# 水利

▲內政部登記證警字第一二二三號▼

## 第五卷

## 第五期

十二 七

中國水利工程學會發行

中華民國二十二年十一月

# 中國水利工程學會


總幹事通訊處：　杭州浙江水利局

出版委員會通信處：　杭州浙江水利局轉



## 董　事　會

李儀祉　安西陝西水利局
李書田　天津華北水利委員會
汪胡楨　南京國府路梅園新村五號
陳懋解　南京建設委員會
沈百先　南京導淮委員會
宋希尚　南京揚子江水道整理委員會
張自立　杭州浙江水利局
須　愷　南京導淮委員會
孫輔世　蘇州太湖流域水利委員會
周象賢　南京揚子江水道整理委員會
彭濟羣　天津華北水利委員會

## 執　行　部

會長　李儀祉　　副會長　李書田　　總幹事　張自立

## 特　種　委　員　會

出版委員會　汪幹夫(委員長)　顧世楫　李儀祉　張含英　周鎮倫
職員介紹委員會　須　愷(委員長)　孫輔世　宋希尚　李書田　陳懋解
會員委員會　陳湛恩(委員長)　洪　紳　陳澤榮　徐世大　蕭開瀛
會所委員會　佘籍傳(委員長)　汪幹夫　盧恩緒　林平一　沈百先
基金保管委員會　李儀祉(委員長)　張自立　孫輔世

## 機　關　會　員

建設委員會　江蘇建設廳　導淮委員會　華北水利委員會　永定河河務局　中央大學　內政部　太湖流域水利委員會　交通部　唐山工程學院　河北建設廳　浙江建設廳　整理海河委員會　修浚閩江工程局　揚子江水道整理委員會　山東建設廳　陝西建設廳　河北工業學院　浙江水利局　建設委員會模範灌漑管理局　皖淮工程局　北洋工學院　南京市工務局　北方大港籌備委員會　湖南大學


# 水利月刊投稿簡章

(一)水刊登載關於水利工程之論著，計劃，研究，實施狀況等文字。撰著或翻譯均所歡迎。文體新舊不拘。引據之處請註出以便閱者。

(二)投寄之稿請依本雜誌行格謄寫爲最好。並請加標點符號。如投稿者，先將題目及大略字數示知，當將稿紙寄奉備用。

(三)如投寄翻譯稿件，請將原文題目著者及其來源詳細示知。倘蒙將原文寄閱尤妥。

(四)文中圖畫，除照相外請用黑色墨水繪製。務求清晰。並須字大線粗。

(五)稿件揭載與否。不能預告。原稿概不寄還。惟未登載之稿件，得因預先聲明可以檢還。

(六)稿後請註明姓名住址以便通信。

(七)稿件內容本會得酌量增删之。如有不願者。請先聲明。

(八)稿件請寄杭州浙江水利局中國水利工程學會收。

# 水利月刊

第五卷　第五期

中華民國二十二年十一月

## 目錄

本刊文責由著者自負

(一)年會攝影

(二)論文

(1)海河治本治標計劃大綱(華北水利委員會)……(3)

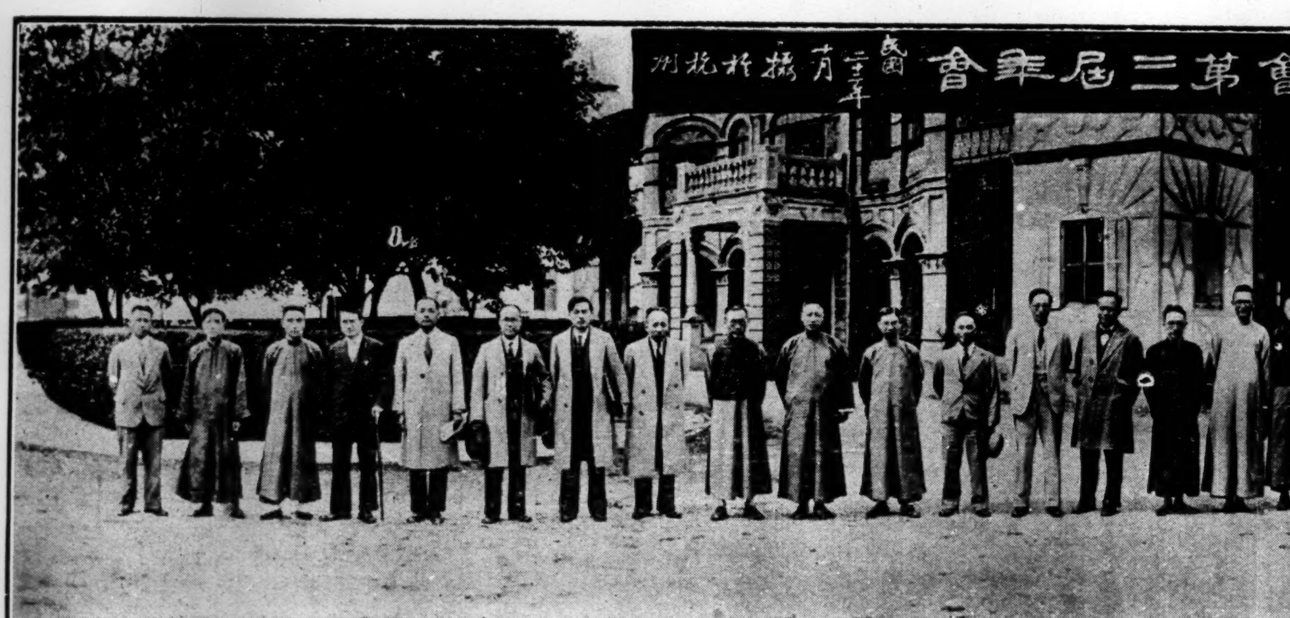
(2)全國雨量之常率線及常率積分線(周鎮倫)……(15)

(3)黃河治本方案(河北省建設廳)……(64)

(4)灌溉工程設定之要素(駱曾慶)……(67)

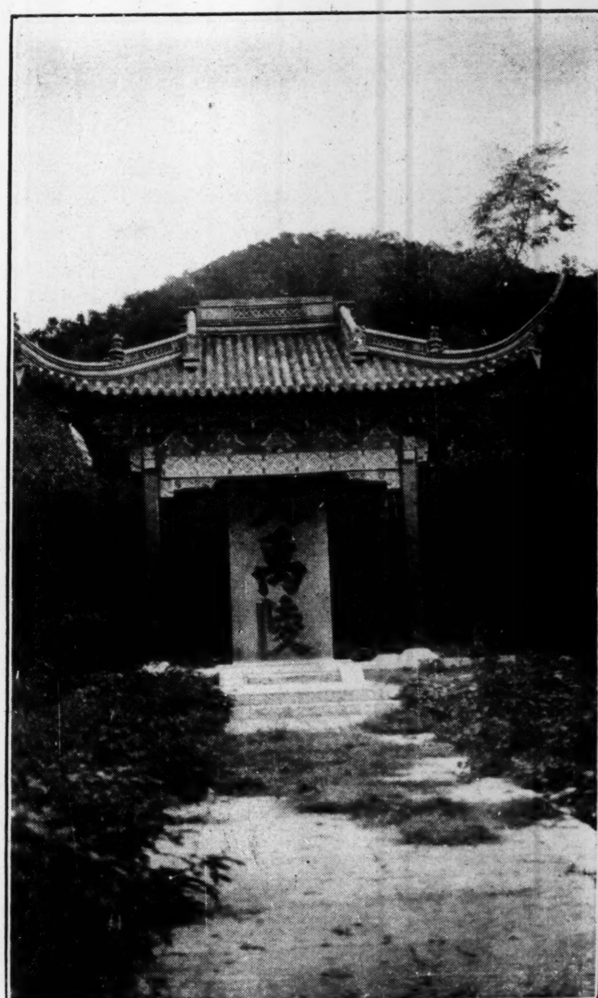
(5)山東黃河沿岸虹吸淤田工程計劃(山東省建設廳)……(75)

(三)年會記錄


會第三屆年會
民國二十年月攝於杭州



中國水利工程學會第




大禹陵

在浙江紹興縣城東南距縣城五里旁有禹
王殿本年由地方人士募款重修頗爲壯麗



年會會員參觀海寧銘磻字號梯式斜坡塘攝影



杭海段感字號海塘打仔塘工作情形

(須先將石塘後坿土挑去再鑲柴打樁以減少塘身後之壓土)



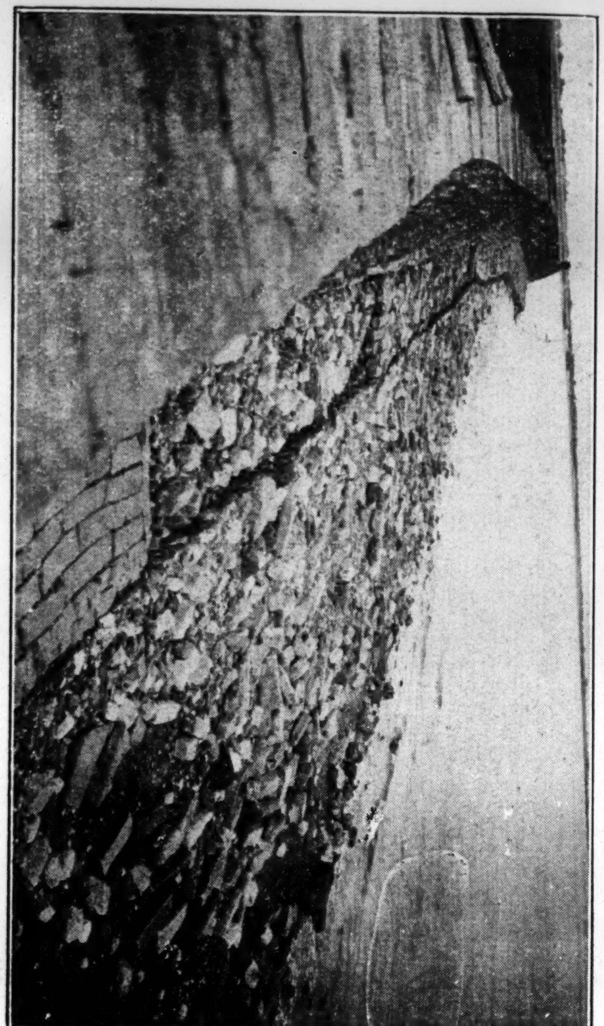
海鹽海塘條石坦水被潮水冲毀及塘身上部大條石被潮力推後情形



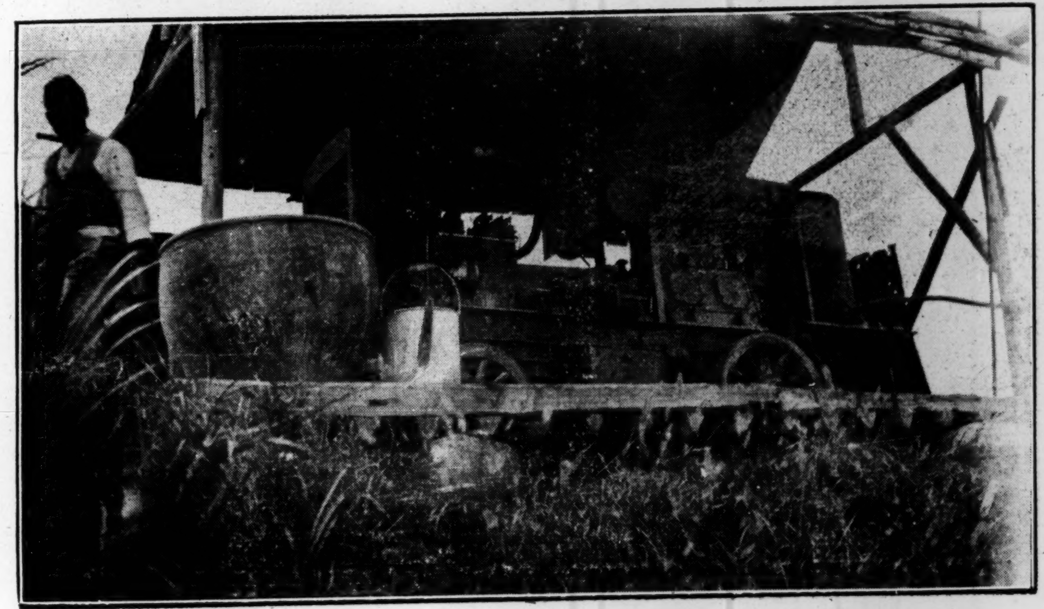
年會會員參觀鹽平段己字號海塘本年颶風過境坍損處留影



鹽平段灌漿機之灰沙調合器



海鹽海塘坦水被潮水冲散情形



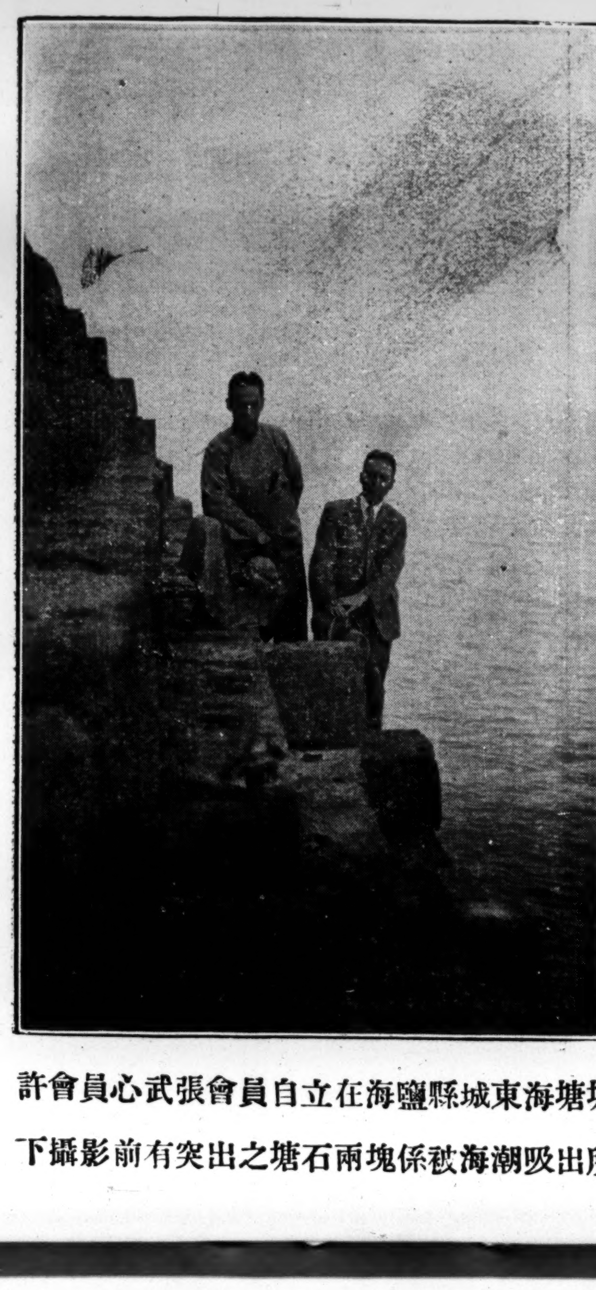
鹽平段灌漿機之氣壓機



鹽平段灌漿機之儲水器



工人持鎗頭灌漿情形



許會員心武張會員自立在海鹽縣城東海塘身
下攝影前有突出之塘石兩塊係被海潮吸出所致

# 海河治本治標計畫大綱

華北水利委員會

## 第一章 海河之今昔

海河雖爲河北五大河之尾閭，而其通塞靡定，在海道未通之時，素不爲人所重視，自北京條約劃天津一部爲租界，海河通行海船，乃時感淤塞之苦，光緒三十三年，始由北洋大臣撥款疏濬，設立海河工程局，辛丑和約成立，海河之管理權，乃完全操諸外人之手，而海河通塞之歷史，亦有數字可以考證焉。

述海河之狀況可分爲(1)長度(2)寬度(3)深度(4)流量(5)潮差(6)通航情形等，大都散見於海河工程局之報告，尤以一九二九年報告書所附圖表爲詳盡。茲摘錄如左：

(1)長度　因裁灣五處自四八・八海里縮至三五・一八海里

(2)寬度　雖有變遷，大致無關緊要，自紅橋自陳塘莊，寬度多不及一百公尺，自陳塘莊起，漸行展寬至北炮台，爲三百公尺，惟葛沽及南開上下游，均因河身突寬，故淤淺亦最甚。

(3)深度　變遷甚速，大致每逢上游洪水泛濫之年，則深度加增上游，水歸中洪，則積淤成淺，茲將海河工程局，所製十四年，十七年，及十九年，航道深度繪成一圖，以資比較。

(4)流量　因河身通塞之關係，亦時有變遷，如十三年，爲大水之年，至海河最高流量，僅每秒一五〇〇立方公尺，十四年，河底較深，流量增至每秒一六二〇立方公尺，而十八年，洪水流量則僅每秒一〇八〇立方公尺矣。最小流量爲十八年六月之每秒七〇立方公尺。

(5)潮差　有向上之勢，大致與裁灣有關，民國三年以前，天津潮差不過一呎，至二呎餘，而近年來，平均潮差之最高數六月爲六呎八(十六年)全年爲六呎，又潮差之大小，與洪水有關，如十六年，

十三年，十八年，均為潮差最小之年也。

(6)海河通航情形　可以到津船舶之排水量，對證之，民國三四年間，最大之排水量，不過十一呎餘，嗣後漸增至十四年，達十八呎三寸，十四年後，海河淤淺日甚，至十七年，又回至十二呎，蓋十餘年疏治之結果，乃等於零。

海河河口之沙灘，即大沽沙，其歷年航道深度之變遷，恰與海河相反，蓋當海河淤淺之時，沙沉水清，則大沽沙航道，較為通暢，而海河暢漲之時，挾沙入海，則大沽沙口，便形淤積，附大沽口航道深度變遷圖，足資考證。

大沽沙灘擴展之勢，顯然可見，附大沽沙平面圖，表明一八五八，一九〇二，一九二三，及一九三〇四年，水深線圖，按自一八五八，至一九三〇，凡七十二年間，零點線延長頗速，而尤以北岸為甚，七十二年，淤漲之結果，自離岸四千五百呎，展至二萬二千尺，每年平均，約二百五十呎，南岸較緩，自一八五八年，一萬三千呎，至一九〇二年，展至一萬四千呎，每年平均約二十呎，弱惟一九二三年，至一九三〇年，八月間，淤漲三千尺，平均每年二百五十呎。

大沽沙展長如是之速，若於航道兩岸，築引水海堤，加高超高潮，則泥沙去路更少，勢必淤淺航路口門，而石堤之引長，乃無已時，若堤高僅能範圍低潮，則因風浪之搏擊，堤外泥沙，仍不免輸入航道，海河工程局，所築新航道，終歸廢棄，良有以也。

## 第二章　海河工程局之設施

海河工程局之工作，在辛丑以前，已無可考，辛丑以後，倘有記錄可考者，略述於次，至其沿革組織，及其他詳細情形，均載該局歷年報告書，及吳藹宸著『華北五大問題』中『天津海河工程局問題』本會亦曾有『海河工程局略說』一篇，載二卷十期月刊，均可資以參考焉。

海河工程局之工作，大致可分為(一)疏濬(二)閉塞，支渠，及建壩工程(三)裁灣，取直工程(四)破凌(五)其他工程。

(一)海濬工程，可分為（1）內河及（2）大沽沙灘兩部，其疏濬工作之可考者，見附表。

又據海河工程局，一九二九年報告書，津港所掘泥量，每年自零方(最小)至三十五萬英方，(最大)總計自光緒二十九年，至民國十八年，凡二十七年，共挖泥約三百二十五萬英方，(連裁灣取直所濬泥在內)平均每年十二萬英方而已(。2)

按海河工程局，現有挖泥機船四艘，(鏟抓挖泥船除外)平均每小時，出泥量為

一九三方，若每日工作十小時，每年工作二百天，亦僅能挖泥三十九萬方，而海河所受淤泥，以萬國橋，至軍糧城一段而論，自十四年，至十七年，三年之間，平均淤高一三·七呎，若以淤積部分河身均寬三百英尺，計已有淤泥三百九十萬英方，據海河工程局，一九二七年報告書，總工程師平爵內報告，淤泥最多之時，每日進泥量，約爲二十萬方，又一九二八年報告書，在一九二八年，汛期中海河水內泥沙，超過一千八百萬立方碼，則此數似屬可靠，平均計之每年，約一百三十萬方，該段河身長約，十五·六海里，（約計十萬尺）若恃海河現有挖泥機器努力工作，每年淤積之泥，非三年不能清除，而十八年洪水冲刷加深一尺，至六七尺不等，平均爲五呎，且爲時不及四月，其能力固已十倍，於現有之挖泥機器矣。

大沽沙灘之疏濬，工作大致尙有成效，平均計算，自光緒三十三年，之四英尺（大沽水平面以下）起已下降至八英尺，惟每逢洪水，則內河沙泥輸送出口，即突然淤淺，尤以民國元年，及六年爲最甚，大約每五六年，必淤淺一次，若能增加疏濬工作，則將來航道愈深，淤積自較不易，至大沽新道所費，則已付東流矣。

（二）開鑿支渠，及建築樋壩工程，均爲海河初期工作，其目的在增加低水流量，及流速以免淤積。

（三）裁灣取直工程，已進行者，共有五處計。（1）第一裁灣自掛甲寺起，至楊莊止長〇·八二海里，縮短河長一·一二海里。（2）第二裁灣自下圈起，至何家莊止長〇·九九海里，縮短河長二·八海里。（3）第三裁灣自楊莊起，至新莊止長一·九海里，縮短河長三·八五海里。（4）第四裁灣自趙北莊起，至蔡家莊止，長二·〇〇海里縮短河長五·〇三海里。（5）墳山裁灣爲繼續第二裁灣之下端，約減河長五千呎。

（四）擋凌工程成效，最爲顯著，自民國十二年以來，海河不復封凍。

（五）其他工作，直接有關於河道，及航運者，如築壩護岸，及轉船處之開闢等，由該局辦理者，有新萬國橋工程，而挖泥塡地，亦爲該局之副業焉。至於工廠船塢之建築，爲該局修理停泊之用，無庸贅敍。

總之海河工程局，對於海河整理之設施，僅擋凌工作，得圓滿之結果，其餘工作，則成爲循環的現象，數十年之所費，可以數日間摧毀而無餘由，旣往之情形，推測未來之效果，如不改絃更張，恐終無成功之一日，推論海河工程局，所以失敗

之原因，厥有數端：

（一）組織之扞格也　按治河之道，必須上游下游統籌兼顧，方能收效，蓋上游受病之源，多由於下游之阻塞，而下游淤淺之因，又為上游沙泥之所致也，若海河工程局，雖管理中國河道，而其權力，乃似一獨立國家，不受任何上級機關之監督，實為舉世最奇特之組織，以前政府昏聵放任，而外人視為權利所在以為便於把持，成此僵局，實際海河隱受其病，至於近今，已達圖窮匕見之日，若不將整理海河之職權，交還中國政府統籌辦理，則海河固無望於改善也。

（二）計劃之失當也　按河道既至下游，便有回環曲折之勢，此天然之現象，所以使河流維持一定之平衡，而保全其深，有時因流量及其他變遷，敗其平衡，度天然之流水，必紆迴曲折以赴之，務達校正平衡之目的而後止，故某一河道，必有一定最大最小之彎度，與寬度，過彎之處，冲刷隨之，過緩之處，淤積隨之，此治河之定理也，至其彎度之大小，或由本河考察而得，或由模型試驗而知，決非隨意可以規定，而尤以模型試驗為費輕而效宏，今海河工程局，五次裁灣，其所取新河彎度，不知憑何理想，而規定以今日之結果觀之，則裁灣取直之處，顯屬過於平直，蓋淤積最甚之處，適當裁灣各段也。

若在下游葛沽彎度過大，而其上下游，又復展寬，淤積亦多，未聞海河工程局，施以束水刷沙之工程也。是知海河工程局之計劃，發於海河情形，似未嘗加以適當之考察，貿然規定，至於失敗，固不能辭其咎也。

大沽新道之計劃，其所定方向，及海堤高下之制水道寬狹之度，非經若干年之考察研究，似不能決定，而海河工程局，亦貿然試辦終至二百萬兩之公款，付諸流水，設以此款增購濬渫機船，其收效如何宏大，雖不可必達得尺則尺之功，要不致如此新河道之毫無結果也。

（三）濬渫工作之弛緩也　治理海河，固不能全恃濬渫，然濬渫之工作，亦不能廢，蓋濬渫之處，亦有一部因流量，及流速之增加，可以藉資冲刷海河，每年淤積之量，為百餘萬方，若能勤加濬渫，至少應能保持至某一深度，設海河挖泥機船，每年能挖至一百萬方以上，（約三倍於現在之挖泥量）而於淤淺較少之年，挖至更深之處，以備容納次年之淤，則雖淤而無害，於航運次年，又可增挖百餘萬方以容納，又次年之淤沙都。待上游治本工程完成，淤沙來源減少，則僅可增加深度，使天津成為一世界海港，今海河所有挖泥機

船，其平均最大工作量，亦不過三十九萬方，且時作時輟，每年平均尤不及此數，又每逢冲刷稜深之年，即停止工作，以爲可以高枕無憂，近來又以吹泥船工作量限制爲辭，停止兩挖泥船之工作，去年一年所挖泥量，不過十一萬方，以此而言，濬渫實不如完全停止，靜待天然冲刷之爲愈也。

爲澈底整理海河計，必須變更海河工程局組織，使事權統一，上下游得以兼籌並顧，一方面對於治本計劃，亦須有充分研究，與試驗，以資根據，至爲維持目前航運治標辦法，亦屬切要之圖，語云，前事之不忘後事之師，治理海河之所費已千數百萬矣，若長此不改，即再費數千萬元，恐亦無補於天津之航運也。

## 第三章　治本計劃大綱

海河之病，在淤泥之猝然沉積，故治本辦法，首當減少各河之含沙量，次則增加低水流量，以冲刷河床，增加深度，而最細之泥輸送入海者，亦必須防止其淤淺大沽沙，以暢航道，如大沽沙能通行大洋輪舶，則天津之繁榮，必倍勝於今日也。

### (甲)減少含沙量

海河沙泥大部份，來自永定河，（按海河工程局報告，海河沙泥來自永定河者，約佔七分之四，來自其他各河者，約佔七分之三，）故減少含沙量，應自永定河始行之有效，再推而施之，於其他各河，必能使海河泥沙逐漸減少。

減少泥沙之方法約如左表

- 減少泥沙
  - 防止冲刷
    - (ㄅ)造林……………………………(培植木材)
    - (ㄆ)改正坡勢(減低流速)………(灌溉)
    - (ㄇ)固定河槽
      - 護岸……………(保坍)
      - 挑水或順水壩…(保坍兼淤漲新地)
  - 淤積窪地
    - (ㄈ)沿岸掛淤
    - (万)堤外或其他窪地放淤……(淤肥低窪及鹻地)
    - (ㄉ)減河沿岸放淤…………………(淤肥低窪及鹻地又淤漲海岸新地)

上表所列各項減少泥沙之方法，其目的固在避免下游之淤淺，而直接所得利益，乃遠在減少淤泥之上，如改緩坡度一項，以低水壩橫亘中流，使下游水位增高，而因此增高之水位，可以導水，以資灌溉，視其壩之位置，及兩岸之地形而定，其效果之大小，均不可忽視者，故於各項方法下，註明直接利益，以示水利工程影響

所及。

(ㄅ)造林

大部份泥沙之來源，在山陵不毛之地，受風雨之剝蝕，流水之冲動，下至澗谷日被推盪，摩擦細者，隨至下游，粗者亦漸化，而細最完善之法，莫如削山坡，成土台，使順坡下墜之沙泥，石塊，有所停蓄，然其費用過大，不如造林，可以兼收木材之利，此項造林，應在永定河上游，先行試辦，因另見本會指導永定河上游灌溉，及植林辦法，茲不贅叙。

(ㄆ)改緩坡勢

上游河道坡勢，多屬峻陡，故粗沙礫石，得以隨流而下，若建築低水壩於河道，較狹之處，則水位增高，坡勢驟緩，流速低降，一部份沙泥，必可淤積而不再伸入，下游且因流速減小之故，向之冲刷堤岸者，今可不再爲害，此實一舉兩得之法也。此項攔水壩，不必甚高，蓋低壩價值之減小，遠過於壩身高度之減低，例如十公尺高之壩，較之五公尺壩高度之比，爲二與一，而其建築之費，則約爲四與一之比，如地形適當建築一十公尺之壩，與建築兩壩各高五公尺，其改緩坡度之效用，約足相等，而所需經費，則僅十公尺壩之一半焉。

永定河上游，前經本會調查，大致情形已可瞭然，低水壩之較適宜者，爲堆石壩，茲分別計劃，五公尺高，與三公尺高者，各二種，視河底情形而異，其兩岸防護之方法，亦視兩岸土質而定，惟石匣里，原擬用爲水庫，故擬建一較高之壩，以事蓄洩，茲將永定河，上游擬建低水壩，列表於左，將來實地測量之結果，仍不免有變更之處，至低水壩，詳細計劃，見永定河，治本計劃報告，不另述。

| 河名 | 築壩地點 | | 距離 | 河底坡度 | 寬度 | 築壩大要 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 起 | 訖 | | | | |
| 永定河 | 東平王村 | 河南台 | 22公里 | 1／320 | 約150公尺 | 三公尺堆石壩二十道 |
| 又 | 朱窩 | 官廳 | 42公里 | 1／320 | 約100公尺 | 三公尺堆石壩三十道 |
| 洋河 | 元台子 | 狐子溝 | 9公里 | 1／300至1／800 | 70至400公尺 | 五公尺堆石壩二道<br>三公尺堆石壩一道 |
| 東洋河 | 陶平 | 十八台 | 43公里 | 1／105 | 40至60公尺 | 三公尺堆石壩二十道 |
| 桑乾河 | 石匣里 | | | 1／500 | 60公尺 | 十公尺至十五公尺堆石壩一道 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 又 | 東卌田 | 西卌田 | 10公里 | 1／300至1／500 | 125至150公尺 | 三公尺堆石壩七道<br>五公尺堆石壩一道 |
| 又 | 羅莊 | 西鄞河 | 2.5公里 | 1／400 | 145至200公尺 | 三公尺壩二道 |
| 渾河 | 渾河下口 | | | 1／300 | 300公尺 | 五公尺壩一道<br>兩岸壩長各一公里半 |
| 又 | 鄭子梁 | | | 1／300 | 300公尺 | 五公尺壩一道<br>兩岸堤長各二公里半 |
| 壺流河 | 北水泉 | | | 1／450 | 250公尺 | 五公尺壩一道<br>兩岸堤長各二公里半 |
| 又 | 下元竈 | | | 1／650 | 280公尺 | 五公尺壩一道<br>右岸堤長四公里 |

(ㄱ)固定河床

河流所含沙泥，未必盡自上游來者，一部分，由於堤岸之坍陷，一部份由於河底之冲刷，而挾沙之水流，至河道較寬，或坡勢較緩之處，一部分沙泥隨以沉積焉，故能固定河床，使減少其坍陷，冲刷，即間接能減少沉積矣。以永定河而論，自北天堂起至金門閘上游，河道過寬，水勢稍落，隨處改道，或刷堤根挾沙而下，勢所不免，若能於兩岸建築挑水壩，既免堤根之冲刷，且可藉以掛淤，化沙灘爲沃土焉。又如三角淀中，每若干年，必改道一次，在改道之時，冲決土地，皆輸至海河，故海河淤淺最甚之時，多在三角淀，改道方成之後，以新道勢必冲刷也。惟河床如何固定，尚須待試驗證明耳。

(ㄴ)沿岸掛淤

沿岸掛淤，與固定河床相輔而行，以永定河，而論兩堤間，可以掛淤之地畝，約十三萬餘畝，合八十平方公里，以每次漲水淤高五公里計，亦可減少淤沙，四兆立方公尺焉。

(万)堤外或其他窪地放淤

堤外放淤辦法，本會前曾擬有永定河下游灌溉意見書，惟限於北堤，而永定河中泓，多循兩岸，如能兩岸並舉，效果自更宏遠，按永定河，自蘆溝橋，至三角淀口兩堤，約各長九十餘公里，若以平均淤地，寬二公里，計算約可得面積三百九十方公里，合六十四萬畝，每年放淤一次，至三次，每次積水深半公尺，約可得淤泥，二·五公里，平均一次，可得五公里，共計淤積十九兆立方公尺，查永定河輸送下游之淤泥，年約三十餘兆立方公尺，是堤內築壩排淤，與堤外放淤，已可減少，含沙量之大半矣。

放淤辦法較之前述灌溉意見，較爲簡單，蓋其設備，僅須進水，洩水二機關，

及總渠與較低之格堤而已，且放水若在半公尺以下對於夏季，農作物，倘無大害，尤於農民有益。

查永定河下游灌漑意見書，對於洩水之終點，係由小桑乾河，至安次縣之狄，平鑿一八公里之洩水，渠通龍河，入鳳河，以達北運河，惟龍鳳河下游，每逢北運，永定並漲之時，卽受倒灌，以致沉淪，有十年九潦之慨，若再加永定河灌漑之水，則災情更甚，不免以鄰國爲壑，所宜注意宣洩，使得兩利俱存，詳見永定河治本計劃書中。

永定河下游，低地放淤一部份，正在建築，卽整理海河委員會，所實施之塌河，定北，放淤地，工程也，此項放淤地，工程預計，可收效十五年，至二十年，然如永定河提外，放淤工程，得以實現，大約可支持，四十年以上，俟此項工程，將次失效時，卽行改於塌河淀放淤，以此推而往東，其收效自必更遠，且永定兩堤間之放淤，亦可酌量推廣，雖工事不免較費，亦有可以節省之處，如利用原來渠道等，爲天津及海河之永久繁榮計，固有所不得已也。

(ㄅ)減河沿岸放淤。

減河沿岸放淤，雖其所減沙量，不在海河範圍以內，然減河之效用，在減低洪水流量，則間接減低，大沽口之淤沙，其影響固甚鉅也。查海河每逢盛漲之年，上游各河，勢必汎濫，沙泥沉積來水較清，故能冲刷河床，增進內河之深度，惟所挾沙泥輸入於海口，勢必因流勢驟緩而停積，因而大沽沙之高度驟增，若洪水之一大部，分由減河入海，則除海流外，不致再來入於大沽，如能再在減河沿岸放淤，自更無至大沽口之處，本會計畫之減河，有獨流入海減河以洩大清河之水，臧家橋，撻地，減河，以洩子牙河之水。青龍灣，減河，以洩北運河之水，均另有詳細計劃不另贅。

(乙)增加低水流量

按海河流量最小之時，每秒不過七十立方公尺，(一九二九年六月)而一月中，平均最小流量，亦只每秒九七立方公尺，其時平均含沙量，亦較高，又一九二八年，爲海河冬季淤積最甚之年，其夏季流量，五月份平均爲每秒一〇六立方公尺，最小爲每秒九二立方公尺，均較其他年份爲小，則海之河淤淺問題，與低水之流量，自不能謂爲毫無關係矣。如能於上游蓄水以增，加低水流量，不特含沙量可以減少，且亦可增加水深，而上游航運，亦可發達矣。本會研究所及者，爲北運河上游潮白河之九松山，及溪翁莊兩水庫，頗有蓄

水之價值，其餘尙待查勘。

(丙)增加大沽口淺灘深度

大沽淺灘，爲海河門戶，故海河工程局，對於挖泥之工作，無時或輟，然每逢一次大水，則淺灘之淤積甚速，蓋以內河之沙泥多輸至此間也。例如民國元年，大沽淺灘之深度，(大沽海平線以下)最淺時，爲〇•二呎，至民國六年，初期增至，八。一呎乃至九•四呎，是年大水以後，驟減至二•七呎，舉六年之工作，而並廢之，嗣後又復疏濬，至民國十三年洪水後，又淤至六呎，似此者兩年，至十六年已增至九呎，十七年又減至七呎，十八年夏，已深九呎半，而經十八年洪水後，又驟減至七呎矣。似此循環消漲，自非永久之計，海河工程局，雖有另闢新道之計畫，實施未及，數年遂以放棄，即使新道成功，而泥沙之輸送，未能中止，其淤淺亦自不免，故海河工程局，於十八年十一月召集一工程委員會討論此事，亦主張廢棄新道計畫，而以改正曲線，及置備新挖泥器，爲目前之救濟辦法，而根本治導方法，尙未言及按根本辦法，實非憑藉理想所能奏效，新道之錯誤，已無可挽回，將來究竟應否用順水壩，或專事濬渫，自有研究之價值，而壩之高度式樣，築壩材料，以及航道之廣狹，曲線，之張弛，亦均宜審愼，選擇，最妥善之方法，莫如以模型試驗，所費甚少，而收效則宏，若輕舉妄動，鮮不蹈新道計畫之覆轍者也。

第四章　治標辦法

海河治本辦法既如上述，其實施以前，尙須妥愼研究，而實施之時，亦非短時期所能竣事，目前海河之淤淺，已成爲大問題，雖整理海河工程完工後，可以暫資救濟，於其有效期間，從容謀根本救濟之道，尙未爲晚，但爲迅速改善計，治標辦法，亦未可蔑視，所謂治標辦法者，大部份實亦可謂爲，治本辦法之一部，惟其實施較易，所費無多，故可以即日施行，或早日實現者，玆分列之於次：

(甲)增加挖泥工作

按海河，現有挖泥機船，除快利專事淺灘，及鐵抓挖泥船，工作量較小外，尙有西河，北河，新河，高林，四艘，其挖泥工作量，根據海河工程局，歷年報告，新河，每小時，挖四十三方，至九十一方，平均七十五方，西河，四十四方，至七十八方，平均五十五方，北河，十六方，至三十七方，平均三十方，弱高林，二十八方，至三十七方，平均三十三方，四船共計平均，每小時能挖，一百九十三方，所挖之泥，大部分，由燕雲，中華，兩吹泥船，輸送至窪地，沙泥既有去路，低地

又得提高，一方面稍收工費，以資補助，而地主則能以廉價，改良土地，實一舉兩得之法也。其吹泥量，中華，每小時七十一方，至一百二十八方，平均八十八方，燕雲，五十七方，至八十一方，平均六十八方，兩共一百五十六方，海河工程局，以吹泥之量較，挖泥量為小，故將西河，北河，兩船停止工作，而僅留新河，高林之二艘，從事濬渫，適值海河淤淺之時，深受輿論之詬病，而海河職工會宣言，亦言吹泥量之所以減小，係由輸送鐵管過長所致，（據報告一九三〇年，中華均長七三〇〇呎，燕雲，均長九三五〇呎），若將該地範圍縮至沿河較近之處，則吹泥量，自可增加，亦不能謂為無理由，中華，燕雲，兩吹泥船，平均吹泥量，至少應能容納，新河，西河，高林，或新河，西河，北河，三船，若將吹泥時間，達挖泥時間，稍為延長，則四船所挖之泥，僅可從容輸送，設挖泥時期，為十二小時，每日挖泥，二千三百方，吹泥十五小時，已足海河工程局減少挖泥船之舉，實屬失當，若能將吹泥工作，改為晝夜不停，則每日約可吹泥，三千七百方，即再添一濬泥船，如新河者，倘須每日工作廿三四小時也，如能將吹泥輸送管減小，則其工作量，自更增加矣。按海河所受淤泥，固有因時間及地位之關係，有非僅恃濬渫所能處置者，然濬渫工作，仍屬不能偏廢。蓋濬渫之量，雖未必能與淤積之量相等，而河道濬深一部分之時，其含沙量，可以加增一部分，亦可自行推動，以至下游較深之處矣。為適應環境計，海河之濬渫工作，匪特不應停止，且應設法整頓增加，如籌得款項挖泥船，及吹泥船之添置，亦不容緩。

(乙)改正灣度寬度及護岸

河流所含沙泥一部分，固為上游支流所輸出，而一部分，則因局部冲刷之結果，大致河道，取曲折之形，必有一定之彎度，與寬度為冲刷，或淤墊最少之時，若彎度過曲，則河底，刷深彎岸漸加凹度，而所冲刷坍陷之泥沙，送至下游，若附近有較直，較寬，之處，即發生淤淺矣。查海河工程局，歷年縱剖面圖，軍糧城（北砲台起二〇至二六海里）葛沽（一六至一七海里）及南開上下（九至一〇海里及一一至一三海里）均為河流最曲之處，其河底在大沽水平線下，三十二英尺，乃至四十英尺，而此種彎道上下，均極易淤積，應將彎道設法改緩，而於淤淺部分約束河身，以增加流速，其他發現冲刷之處，均應設法護岸。

(丙)裁灣取直

前節所述改正彎度，如有彎曲過甚者，應裁灣取直，另闢新道，如塘沽大灣，自太古碼頭，至塘沽長約四海里，裁灣五千餘尺，可縮至二海里，惟此段沿岸建築頗多，若盡行改築，是否得不償失，尙待調查，次卽南開一段，若開闢新道五千餘尺，亦可縮短航程二海里許，按裁灣之效，能使潮水出入較速，則淤積自更不易，惟查海河工程局，五次裁灣工作，雖縮短航程十三海里餘，而查歷年淤積最甚之處，多在裁灣部分，當係所取彎度，不甚適當之故以此更知適當之彎度，與寬度必須加以試驗方能確定。

(丁)借清刷渾

借清刷渾，爲中國治水者固有之術語，實爲治淤之不二法門，海河之旋通旋塞，莫非清水渾水，循環施力之，故防渾之法，已見前章，而一部分，正在實施之工程，卽整理海河委員會之工作，引導永定河，至沙灝地，以沉積其沙泥，使不再來海河爲害者也。惟澄清之水，若任其流入金鐘河，以至於海，於海河實無絲毫之利，故海河工程局，總工程師，哈德爾主張，於沙灝地西南，闢一新道，連絡北運河下游，使清水得以還歸海河，而收刷渾之效，雖所費較多，於海河實爲有利，查整理海河委員會，沙灝水位計算表最高水位，可至四・三公尺，(大沽水平面上)而海河工程局所測新開河船閘之秋季水位，十六年，至十九年，四年中最高潮水，五・三三最高落水，五・二三水勢倒灌，自不能行，惟高潮之時，多在八月下旬，及九月，若七月，及八月上旬，則潮水較低，尙可由沙灝地洩至海河，惟其效用究有若干，尙待探討耳。

## 結　論

海河之歷史，與海河治本治標綱要，大致如前數章所述，其關於治本部分，本會現正草擬，永定河治本計畫，及獨流入海減河計畫，子牙河洩洪水道計畫等，均將有詳細之計畫，預算以爲實施之根據，關於治標部分，因成於倉卒，尙未能確實估計，惟於此大綱中，不能不鄭重聲明者，卽大綱雖可確定，而實施計畫，決非憑一二工程師之智識經驗所能集事，稍費試驗之時間，與經費其裨益於治理者，程達數十百倍，乃至數千倍之多，海河工試局計畫之失當，卽由於未曾詳細研究，試驗之故，今後整理海河，不應再蹈其覆轍，而水工試驗場之設立，爲刻不容緩之舉矣。

前節所述改正彎度，如有彎曲過甚者，應裁灣取直，另闢新道，如鹽沽大灣，自太古碼頭，至新港長約四海里，裁灣五千餘尺，可縮至一海里，惟此段兩岸建築頗多，若盡行改築，是否得不償失，尚待調查。又郎府開一段，若開闢新道五千餘尺，亦可縮短航程二海里許，按裁灣之效，能使潮水出入暢達，則淤積自必不易，惟查海河工程局，五次裁灣工作，雖縮短航程十三海里餘，而每年淤積最甚之處，多在裁灣部分，當係所取彎度，不甚適當之故，因此更知適當之彎度，與寬度必須加以試驗方能確定。

（丁）借清刷渾

借清刷渾，為中國治水者固有之策略，實為治標之不二法門，海河之淀塞，莫非清水節水，而衝力之，故刷渾之法，已見前章，而一部分，正在實施之工程，即整理海河委員會之工作，引導永定河，至窪淀地，以沉積其泥沙，使不再來海河為害者也。惟淀清之水，若任其流入金鐘河，以至於海，於海河實無絲毫之利，故海河工程局，總工程師，哈德爾主張，於淀地迤西南，開一新道，連絡北運河下游，使清水得以還歸海河，而收刷渾之效，雖所費較多，於海河實為有利，此整理海河委員會，設立水位計算表最高水位，可至四·二公尺，（大沽水平面上）而海河工程局所測新開河船閘之秋季水位，十六年八至十九年，四年中最高潮水，五·三三最高落水，五·二三水勢倒灌，自不能行，惟高潮之時，多在八月下旬，及九月，若七月，及八月上旬，則潮水較低，尚可由新船閘放至海河，惟其效用究有若干，尚待探討耳。

結　論

海河之歷史，與海河治本治標綱要，大致如前數章所述，其關於治本部分，本會現正草擬，永定河治本計畫，及關於大清河計畫，子牙河與洪水道計畫等，均將有詳細之計畫，預算以為實施之根據，關於治標部分，因成立倉卒，尚未能詳實估計，惟於此大綱中，不能不鄭重聲明者，即大綱雖可確定，而實施計畫，決非憑一二工程師之智識經驗所能集事，稍費試驗之時間，與經費其裨益於治理者，將達數十百倍，乃至數千倍之多，海河工程局計畫之失當，即由於未曾詳細研究，試驗之故。今後整理海河，不應再蹈其覆轍，而水工試驗場之設立，為刻不容緩之舉矣。

# 海河工程局挖泥

| 船名 / 年份 | 新河通用挖泥船 工作時間 小時 | 挖泥量 方數 | 每小時平均數方 | 西河固定挖泥船 工作時間 小時 | 挖泥量 數方 | 每小時平均方數 | 北河固定挖泥船 工作時間 小時 | 挖泥量 方數 | 每小時平均方數 | 一號鐵抓挖泥船 工作時間 小時 | 挖泥量 方數 | 工作… 小… |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1921 | 1700 | 148,030 | 87 | | | | | | | | | |
| 1922 | 2489.4 | 221,312 | 89 | | | | | | | | | |
| 1923 | 2296.8 | 208,300 | 91 | 2351.9 | 148,948 | 63 | 1581.9 | 44,181 | 28 | 600.5 | 1,400 | |
| 1924 | 1013.8 | 74,555 | 74 | 762.9 | 59,195 | 78 | 999.75 | 37,235 | 37 | 115.0 | 480 | |
| 1925 | | 82,345 | | | | | | 1,520 | | | 3,860 | |
| 1926 | 991.8 | 71,850 | 73 | | | | 1267 | 38,045 | 30 | 220 | 65 | 137… |
| 1927 | 1109.25 | 94,694.1 | 85 | 1713 | 73,075 | 43 | 2266.1 | 50,035 | 22 | 1807.5 | 2,926 | 258… |
| 1928 | 2358.5 | 185,300 | 79 | 1596.3 | 77,685 | 49 | 1001.5 | 16,755 | 16 | 1462.5 | 2,150 | 213… |
| 1229 | 1116.1 | 72,495 | 62 | 1352.45 | 59,890 | 44 | 1235 | 25,292 | 20 | 885.5 | 2,100 | 159… |
| 1930 | 2375.5 | 103,564 | 43 | | | | | | | 1215.0 | 1,530 | 2211,… |
| 總數 | | 1,262,445.1 | | | 418,793 | | | 213,063 | | | 14,511 | |
| 平均數 | | | 75.89 | | | 55.4 | | | | | | |

# 泥成績表

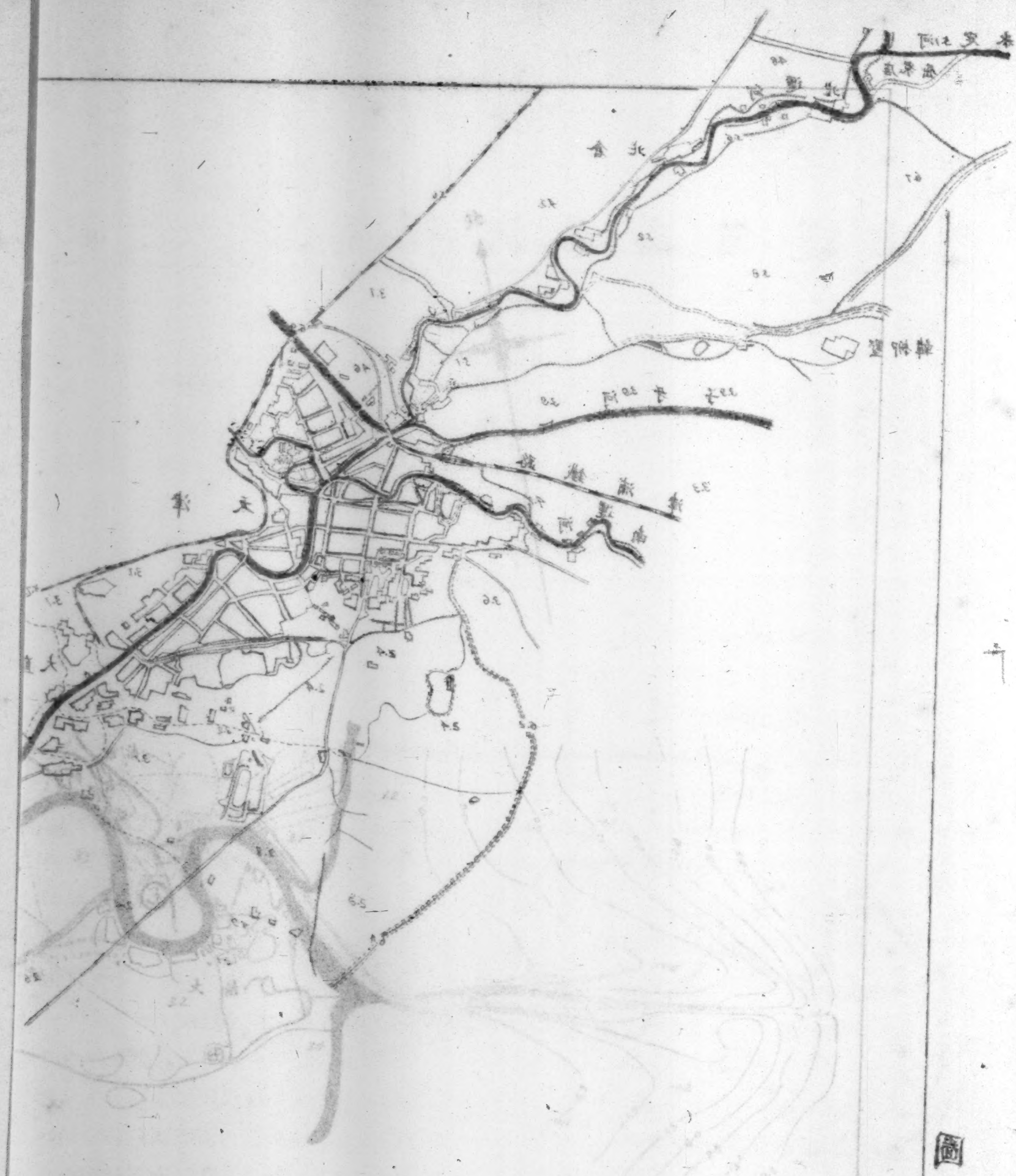
| | 高林 挖泥船 | | | 快利 濬灘機 | | 中華 吸泥船 | | | 燕雲 吹泥船 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 量 | 工作時間 小時 | 挖泥量 方數 | 每小時平均 方數 | 工作時間 小時 | 次數 | 工作時間 小時 | 挖泥量 方數 | 每小時平均 方數 | 工作時間 小時 | 挖泥量 方數 | 每小時平均 方數 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 0 | | | | | | 882 | 99,531 | 113 | 827.5 | 55,638 | 67 |
| 0 | | | | | | | | | | | |
| 0 | | 8,575 | | | | | 86,480 | | | | |
| 5 | 1372.1 | 38,045 | 88 | 2,335 | 723 | 1238.6 | 159,515 | 128 | 377.9 | 28,785 | 76 |
| 6 | 2580.2 | 85,700 | 33 | 2,264.7 | 667 | 1906.6 | 146,055 | 76 | 1170.7 | 78,635 | 67 |
| 0 | 2130 | 69,815 | 32 | 1,368.7 | 358 | 1255.4 | 84,590 | 68 | 1440.4 | 81,815 | 57 |
| 0 | 1592.6 | 58,775 | 37 | | | 853.1 | 60,770 | 71 | 947.2 | 56,617 | 60 |
| 0 | 2211.5 | 77,070 | 35 | 1,604.5 | 448 | 1344.55 | 94,550 | 71 | 824.3 | 68,414 | 83 |
| . | | 337,980 | | | 2196 | | 131,491 | | | 369,904 | |
| | | | 33 | | | | | 87.83 | | | 68.33 |


屈家店以下之北
比例尺
北倉
子牙河
津浦鐵路
南運河
天津
大直沽
北寧鐵路
吳家寺
宋家莊
上園
海河
泥窩
白塘
鹹水沽
東泥沽
軍糧城
0
5
10

## 之北運河及海河平面圖

比例尺　十萬分之一





圖十六

# 全年雨量之常率線及常率積分線

周　鎮　倫　著

## (一)綱要

工程之種類甚多，解決之方法不一，其中有數種問題，除用可遇率法 Probability method 外，幾無法可以計算，如估計將來之雨量流量等是也。然用可遇率法解決工程問題，亦非自今日始。如西爾司白理氏 G.B.Pillsbury，論傅樂爾 W.F. Fuller 氏所著之洪流以舛差定律 Normal Law of Error 可用以研究；(見 Transaction, A.S.C.E.第七十七冊)海森氏 Allen Hazeu應用可遇率法，於其所著之城市飲水蓄水池之容量；(亦見 Transaction, A.S.C.E. 第七十七冊) 霍爾氏 L. Standish Hall 作加州河道每年流量之變遷，亦討論研究河流與可遇率理論之關係；(見Transaction, A.S.C.E. 第八十四冊) 傅司德氏 H.Alden Faster 所著理論上之常率線 Theoretical Frequency Curve 及工程問題上之應用，(見Tarnsaction, A.S.C.E. 第八十六冊) 對於可遇率之理論，均闡述靡遺，惟仍不得視爲完善。以可遇率之理論可用於工程方面者，其途甚廣故也。

本篇之作，係將最小二乘方中所述之可遇率理論，與夫其他常率線之理論，用之於雨量研究。以視何種曲線，最適合於實際上所觀察之資料，並示常率積分線 Durarion Curve 在工程上較常率線爲有實用。至於求各種常率線之方程式及其常數，均詳述於各書中，茲不贅及。

作者原擬蒐集中國各處之雨量記錄，以作此篇之研究。後以收集資料，非常困難。檢查徐家匯天文台所記國內各雨量站之記錄，大都年份不甚久長而各種紀錄，又非完全可恃。因借用美國各處之雨量以資研究，取其紀錄全而年份久也。爲應用各種常率線及常率積分線起見，特舉例以說明之而後始能明各法之效用也。

(二)緒言

求解工程上之問題，普通可分三種步驟，即(一)決定根本應需之資料，(二)計劃應有之設施，(三)建築各項之工程。此三種步驟，首推第一項最爲困難，非有高上之工程學識及遠大之經驗，恐難獲良好之結果，此可斷言者也。

辦理自來水，水源之選擇，整理水道，流量之估計，興辦灌溉，水量之決定，建築水力工程，最大最小水量及蓄水量之研究，均與工程地點之天氣變化，每年雨量之分配，及全年雨量若干有密切之關係。爲工程師者，對於此種情形，若不明瞭，而欲處事成功難矣。故興辦灌溉者，應知一年內究有若干日數之天氣，對於一種收穫係太濕，或對於其他收穫係太乾。並應知農產期間，究有若干次之雨量，足以供灌溉之用。簡言之，欲事業之成功，應具有因天氣變化而影響及雨量常率之常識。蓋此種問題，非直接用普通方法所能解決，乃完全根據平時之經驗，及精確之判斷力。惟欲使判斷精確，亦須具有正當之方法。譬如自來水工程師，估計某城二十年後人口之多少，必先研究過去逐年之人數，而後依據一種普通之定律，決定將來人口之增加數。換言之，根據過去事實上之經驗，估計將來之人數。然研究事端關於天氣現象者，欲估計其將來之變化，即無若是之易。例如明年之雨量究有若干英寸，二十年後之雨量究有若干英寸，吾恐無以應之者。蓋影響雨量之原因甚爲複雜，實非今日工程家可能得自計算，故必有他法以決定之。水利工程家能審查雨量之紀錄，而計算有其在一定密度時之可遇率。例如某處在最近二十年內，全年雨量少於五十英寸者祇有二年，則知將來雨量少於五十英寸之可遇率，平均爲十分之一或十年一次矣。

可遇率之理論，詳述於最小二乘方書中，此固工程家所知之者。若天然現象，一一依從理論中所假定之事，則決定雨量之可遇率，固甚準確。舛差定律中，有一條定律，即正差與負差俱趨等勢。而在雨量紀錄，意即謂有若干年雨量，大於平均數，適等於有若干年雨量，小於平均數，其實由經驗上之證明，此事殊欠可能，蓋雨量紀錄，大都不依舛差定律之故也。

是篇之作，係決定(一)由實際觀察所得之資料，與舛差定律之關係。(二)雨量紀錄，是否可用最小二乘方法處理之。(三)如用其他常率線研究，是否可得較佳之結果而已。

(三)資料之蒐集

最小二乘方之爲用甚大，蓋爲研究其

對於雨量紀載是否適用起見，特向美國測候所索取該國各省雨量站全年雨量紀載。蒐輯所得，足以供本篇之研究者，計十三站。其代表沿大西洋海岸一帶氣候者，為 New Bedford, Boston, Providence, washington 及 Norfolk 等站；米西西比河上游山谷間一帶氣候者，為 St. Louis, Cincinnatt 及 St. Paul 等站； Rocky Mountain 一帶氣候者，為 Denver 及 Sslt Lake City 等站；太平洋沿岸一帶氣候者，為 Portland, San Francisco 及 San Diego 等站。以上所選各站，其地點之分佈，甚為廣大。記錄最久者，為 New Bedford 站，計有一百零七年；最短者如 Salt Lake City 站，亦已有四十六年之記載。各站平均全年雨量，變化甚大，如 Norfolk 站全年雨量平均為46.43英寸，而 San Diego 站祗達9.63英寸。有此資料，則研究之結果，就美國各部天氣而輪，或足以適用之也。

表一至表十三為美國各部雨量站之全年雨量記載，獲自美國測候所而依時代先後與雨量多寡排列之。本篇所研究者，係全年雨量，此處"雨量"二字乃指美國測候所所記載之各種水量而言，如霜雨雪等是。

圖一至圖十三係各站全年雨量曲線，依時代先後與雨量多寡而排列之。

表一：　New Bedford, Mass. 之雨量

| 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1814 | 43.08 | 1851 | 51.61 | 1888 | 55.07 |
| 1815 | 40.78 | 1852 | 46.14 | 1889 | 52.71 |
| 1816 | 44.13 | 1853 | 39.47 | 1890 | 61.69 |
| 1817 | 43.33 | 1854 | 53.81 | 1891 | 47.83 |
| 1818 | 40.77 | 1855 | 41.00 | 1892 | 42.83 |
| 1819 | 39.66 | 1856 | 37.09 | 1893 | 50.27 |
| 1820 | 41.32 | 1857 | 43.30 | 1894 | 45.89 |
| 1821 | 45.64 | 1858 | 44.03 | 1895 | 41.63 |
| 1822 | 41.78 | 1859 | 51.44 | 1896 | 47.73 |
| 1823 | 59.89 | 1860 | 39.72 | 1897 | 50.96 |
| 1824 | 47.34 | 1861 | 46.46 | 1898 | 62.60 |
| 1825 | 38.09 | 1862 | 43.31 | 1899 | 44.34 |
| 1826 | 54.77 | 1863 | 45.09 | 1900 | 44.99 |
| 1827 | 62.90 | 1864 | 40.96 | 1901 | 51.84 |
| 1828 | 39.04 | 1865 | 46.01 | 1902 | 45.42 |
| 1829 | 65.41 | 1866 | 40.30 | 1903 | 47.49 |
| 1830 | 64.66 | 1867 | 47.11 | 1904 | 50.08 |
| 1831 | 61.18 | 1868 | 56.32 | 1905 | 41.30 |
| 1832 | 49.31 | 1869 | 49.93 | 1906 | 43.09 |
| 1833 | 42.62 | 1870 | 47.16 | 1907 | 45.60 |
| 1834 | 45.12 | 1871 | 49.60 | 1908 | 50.24 |
| 1835 | 47.21 | 1872 | 47.66 | 1909 | 48.76 |
| 1836 | 42.83 | 1873 | 51.69 | 1910 | 34.38 |
| 1837 | 39.07 | 1874 | 49.33 | 1911 | 44.98 |
| 1838 | 38.28 | 1875 | 48.33 | 1912 | 46.82 |
| 1839 | 44.38 | 1876 | 42.18 | 1913 | 47.39 |
| 1840 | 49.59 | 1877 | 47.03 | 1914 | 39.40 |
| 1841 | 50.60 | 1878 | 50.55 | 1915 | 41.47 |
| 1842 | 39.06 | 1879 | 42.31 | 1916 | 45.28 |
| 1843 | 50.67 | 1880 | 40.07 | 1917 | 38.38 |
| 1844 | 40.73 | 1881 | 39.10 | 1918 | 29.50 |
| 1845 | 48.06 | 1882 | 41.38 | 1919 | 45.44 |
| 1846 | 34.51 | 1883 | 43.51 | 1920 | 41.33 |
| 1847 | 45.91 | 1884 | 54.69 | | |
| 1848 | 40.74 | 1885 | 36.81 | | |
| 1849 | 36.42 | 1886 | 49.85 | | |
| 1850 | 62.67 | 1887 | 51.77 | | |

表二：Boston, Mass. 之雨量

| 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1818 | 42.99 | 1855 | 44.19 | 1892 | 37.02 |
| 1819 | 44.18 | 1856 | 52.16 | 1893 | 41.84 |
| 1820 | 44.18 | 1857 | 50.87 | 1894 | 36.62 |
| 1821 | 36.89 | 1858 | 52.67 | 1895 | 40.17 |
| 1822 | 27.20 | 1859 | 56.70 | 1896 | 37.55 |
| 1823 | 47.30 | 1860 | 51.46 | 1897 | 40.77 |
| 1824 | 36.02 | 1861 | 50.07 | 1898 | 49.86 |
| 1825 | 30.34 | 1862 | 61.06 | 1899 | 34.64 |
| 1826 | 41.14 | 1863 | 67.72 | 1900 | 44.05 |
| 1827 | 48.91 | 1864 | 49.30 | 1901 | 48.72 |
| 1828 | 32.41 | 1865 | 47.83 | 1902 | 33.93 |
| 1829 | 46.85 | 1866 | 50.70 | 1903 | 41.97 |
| 1830 | 42.05 | 1867 | 55.64 | 1904 | 39.64 |
| 1831 | 51.61 | 1868 | 64.17 | 1905 | 32.08 |
| 1832 | 46.69 | 1869 | 66.28 | 1906 | 40.69 |
| 1833 | 37.86 | 1870 | 59.73 | 1907 | 37.56 |
| 1834 | 39.60 | 1871 | 45.06 | 1908 | 30.07 |
| 1835 | 37.86 | 1872 | 50.23 | 1909 | 40.67 |
| 1836 | 40.86 | 1873 | 54.53 | 1910 | 28.33 |
| 1837 | 33.52 | 1874 | 43.52 | 1911 | 35.78 |
| 1838 | 42.52 | 1875 | 50.15 | 1912 | 34.55 |
| 1839 | 41.10 | 1876 | 48.96 | 1913 | 38.11 |
| 1840 | 49.16 | 1877 | 51.49 | 1914 | 34.81 |
| 1841 | 47.05 | 1878 | 65.53 | 1915 | 38.76 |
| 1842 | 39.11 | 1879 | 44.57 | 1916 | 37.36 |
| 1843 | 46.69 | 1880 | 37.30 | 1917 | 38.99 |
| 1844 | 37.54 | 1881 | 52.63 | 1918 | 34.40 |
| 1845 | 46.32 | 1882 | 43.82 | 1919 | 42.70 |
| 1846 | 29.95 | 1883 | 35.48 | 1920 | 45.81 |
| 1847 | 46.93 | 1884 | 49.18 | | |
| 1848 | 40.98 | 1885 | 45.10 | | |
| 1849 | 40.30 | 1886 | 42.14 | | |
| 1850 | 53.98 | 1887 | 33.75 | | |
| 1851 | 44.31 | 1888 | 45.89 | | |
| 1852 | 47.94 | 1889 | 39.82 | | |
| 1853 | 48.86 | 1890 | 39.10 | | |
| 1854 | 45.71 | 1891 | 39.70 | | |

表三：St. Louis, Mo. 之雨量

| 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1837 | 27.01 | 1874 | 37.88 | 1911 | 36.13 |
| 1838 | 31.51 | 1875 | 43.00 | 1912 | 44.59 |
| 1839 | 47.44 | 1876 | 48.46 | 1913 | 38.68 |
| 1840 | 41.65 | 1877 | 41.43 | 1914 | 35.63 |
| 1841 | 42.73 | 1878 | 40.83 | 1915 | 49.28 |
| 1842 | 32.31 | 1879 | 25.70 | 1916 | 41.80 |
| 1843 | 34.79 | 1880 | 34.66 | 1917 | 25.00 |
| 1844 | 45.81 | 1881 | 37.37 | 1918 | 35.91 |
| 1845 | 37.99 | 1882 | 43.15 | 1919 | 40.79 |
| 1846 | 45.45 | 1883 | 40.10 | 1920 | 31.53 |
| 1847 | 52.72 | 1884 | 40.64 | | |
| 1848 | 65.36 | 1885 | 45.59 | | |
| 1849 | 45.71 | 1886 | 44.39 | | |
| 1850 | 50.50 | 1887 | 35.30 | | |
| 1851 | 46.84 | 1888 | 41.17 | | |
| 1852 | 46.96 | 1889 | 33.16 | | |
| 1853 | 30.89 | 1890 | 37.69 | | |
| 1854 | 40.63 | 1891 | 30.53 | | |
| 1855 | 50.37 | 1892 | 41.62 | | |
| 1856 | 42.58 | 1893 | 39.83 | | |
| 1857 | 39.03 | 1894 | 27.44 | | |
| 1858 | 68.83 | 1895 | 31.20 | | |
| 1859 | 61.40 | 1896 | 37.55 | | |
| 1860 | 29.79 | 1897 | 40.17 | | |
| 1861 | 38.03 | 1898 | 49.20 | | |
| 1862 | 44.00 | 1899 | 34.61 | | |
| 1863 | 40.45 | 1900 | 29.51 | | |
| 1864 | 37.61 | 1901 | 24.80 | | |
| 1865 | 46.87 | 1902 | 38.43 | | |
| 1866 | 43.20 | 1903 | 33.81 | | |
| 1867 | 37.76 | 1904 | 33.71 | | |
| 1868 | 45.59 | 1905 | 38.54 | | |
| 1869 | 46.97 | 1906 | 35.52 | | |
| 1870 | 27.08 | 1907 | 41.39 | | |
| 1871 | 23.38 | 1908 | 34.19 | | |
| 1872 | 30.47 | 1909 | 47.50 | | |
| 1873 | 45.50 | 1910 | 37.81 | | |

## 表四　St. Paul, Minn. 之雨量

| 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1837 | 24.02 | 1874 | 35.51 | 1911 | 40.44 |
| 1838 | 27.72 | 1875 | 30.66 | 1912 | 21.16 |
| 1839 | 21.19 | 1876 | 23.67 | 1913 | 24.05 |
| 1840 | 23.17 | 1877 | 28.80 | 1914 | 24.62 |
| 1841 | 21.67 | 1878 | 22.78 | 1915 | 30.79 |
| 1842 | 26.52 | 1879 | 32.39 | 1916 | 24.51 |
| 1843 | 23.79 | 1880 | 29.76 | 1917 | 24.93 |
| 1844 | 30.24 | 1881 | 39.16 | 1918 | 30.19 |
| 1845 | 25.34 | 1882 | 23.14 | 1919 | 30.38 |
| 1846 | 26.10 | 1883 | 26.70 | 1920 | 24.70 |
| 1847 | 21.80 | 1884 | 26.11 | | |
| 1848 | 23.18 | 1885 | 25.33 | | |
| 1849 | 49.69 | 1886 | 22.89 | | |
| 1850 | 25.50 | 1887 | 25.85 | | |
| 1851 | 23.39 | 1888 | 25.86 | | |
| 1852 | 15.07 | 1889 | 19.96 | | |
| 1853 | 20.47 | 1890 | 23.38 | | |
| 1854 | 26.59 | 1891 | 21.79 | | |
| 1855 | 24.78 | 1892 | 32.55 | | |
| 1856 | 22.62 | 1893 | 25.95 | | |
| 1857 | 32.09 | 1894 | 25.80 | | |
| 1858 | 27.58 | 1895 | 24.26 | | |
| 1859 | 29.63 | 1896 | 34.73 | | |
| 1860 | 34.62 | 1897 | 30.52 | | |
| 1861 | 31.14 | 1898 | 25.34 | | |
| 1862 | 34.18 | 1899 | 27.54 | | |
| 1863 | 15.71 | 1900 | 34.22 | | |
| 1864 | 14.76 | 1901 | 25.75 | | |
| 1865 | 38.14 | 1902 | 31.75 | | |
| 1866 | 27.82 | 1903 | 37.88 | | |
| 1867 | 33.60 | 1904 | 34.11 | | |
| 1868 | 30.49 | 1905 | 30.76 | | |
| 1869 | 32.17 | 1906 | 33.21 | | |
| 1870 | 30.66 | 1907 | 23.07 | | |
| 1871 | 30.63 | 1908 | 31.60 | | |
| 1872 | 29.72 | 1909 | 31.82 | | |
| 1873 | 34.55 | 1910 | 10.21 | | |

表五：Providence, R.I. 之雨量

| 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1832 | 39.46 | 1869 | 48.70 | 1906 | 48.10 |
| 1833 | 34.14 | 1870 | 49.02 | 1907 | 47.83 |
| 1834 | 41.82 | 1871 | 47.91 | 1908 | 42.55 |
| 1835 | 30.96 | 1872 | 48.71 | | |
| 1836 | 37.87 | 1873 | 52.66 | | |
| 1837 | 31.62 | 1874 | 43.39 | | |
| 1838 | 37.88 | 1875 | 52.22 | | |
| 1839 | 36.75 | 1876 | 50.36 | | |
| 1840 | 41.16 | 1877 | 48.80 | | |
| 1841 | 47.86 | 1878 | 52.48 | | |
| 1842 | 37.71 | 1879 | 40.59 | | |
| 1843 | 42.50 | 1880 | 41.29 | | |
| 1844 | 35.00 | 1881 | 44.79 | | |
| 1845 | 43.16 | 1882 | 44.96 | | |
| 1846 | 36.51 | 1883 | 39.54 | | |
| 1847 | 48.50 | 1884 | 48.76 | | |
| 1848 | 40.48 | 1885 | 39.70 | | |
| 1849 | 34.69 | 1886 | 52.02 | | |
| 1850 | 51.49 | 1887 | 50.98 | | |
| 1851 | 43.38 | 1888 | 63.44 | | |
| 1852 | 38.58 | 1889 | 55.91 | | |
| 1853 | 53.27 | 1890 | 50.60 | | |
| 1854 | 46.25 | 1891 | 53.19 | | |
| 1855 | 39.05 | 1892 | 37.39 | | |
| 1856 | 40.97 | 1893 | 51.28 | | |
| 1857 | 44.75 | 1894 | 42.27 | | |
| 1858 | 44.51 | 1895 | 50.81 | | |
| 1859 | 45.16 | 1896 | 45.91 | | |
| 1860 | 38.44 | 1897 | 47.63 | | |
| 1861 | 44.25 | 1898 | 63.50 | | |
| 1862 | 50.34 | 1899 | 49.24 | | |
| 1863 | 55.17 | 1900 | 47.78 | | |
| 1864 | 36.85 | 1901 | 52.06 | | |
| 1865 | 44.70 | 1902 | 48.32 | | |
| 1866 | 46.05 | 1903 | 47.91 | | |
| 1867 | 47.04 | 1904 | 47.92 | | |
| 1868 | 53.52 | 1905 | 41.35 | | |

表六：San Francisco, Cal. 之雨量

| 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1850 | 17.40 | 1874 | 22.52 | 1898 | 9.31 |
| 1851 | 15.60 | 1875 | 22.63 | 1899 | 23.23 |
| 1852 | 27.29 | 1876 | 23.54 | 1900 | 15.33 |
| 1853 | 21.17 | 1877 | 11.93 | 1901 | 19.75 |
| 1854 | 22.45 | 1878 | 33.26 | 1902 | 19.18 |
| 1855 | 26.39 | 1879 | 30.76 | 1903 | 18.33 |
| 1856 | 22.31 | 1880 | 30.07 | 1904 | 24.72 |
| 1857 | 20.96 | 1881 | 23.73 | 1905 | 16.24 |
| 1858 | 23.46 | 1882 | 18.67 | 1906 | 26.34 |
| 1859 | 21.39 | 1883 | 15.43 | 1907 | 22.47 |
| 1860 | 21.18 | 1884 | 38.82 | 1908 | 16.42 |
| 1861 | 25.52 | 1885 | 24.90 | 1909 | 31.36 |
| 1862 | 38.63 | 1886 | 20.02 | 1910 | 12.38 |
| 1863 | 15.10 | 1887 | 19.04 | 1911 | 26.00 |
| 1864 | 21.64 | 1888 | 23.03 | 1912 | 15.62 |
| 1865 | 14.06 | 1889 | 26.94 | 1913 | 16.05 |
| 1866 | 36.28 | 1890 | 25.43 | 1914 | 24.04 |
| 1867 | 30.64 | 1891 | 21.11 | 1915 | 28.27 |
| 1868 | 30.17 | 1892 | 22.08 | 1916 | 28.09 |
| 1869 | 22.59 | 1893 | 17.91 | 1917 | 9.00 |
| 1870 | 16.24 | 1894 | 24.32 | 1918 | 20.85 |
| 1871 | 27.53 | 1895 | 17.13 | 1919 | 19.00 |
| 1872 | 22.42 | 1896 | 28.25 | 1920 | 18.28 |
| 1873 | 18.56 | 1897 | 16.40 | | |

表七 San Diego, Cal. 之雨量

| 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1850 | 7.84 | 1874 | 10.91 | 1898 | 4.67 |
| 1851 | 7.49 | 1875 | 6.80 | 1899 | 6.08 |
| 1852 | 11.87 | 1876 | 7.24 | 1900 | 5.77 |
| 1853 | 7.88 | 1877 | 8.12 | 1901 | 9.49 |
| 1854 | 11.63 | 1878 | 13.87 | 1902 | 11.49 |
| 1855 | 11.15 | 1879 | 14.71 | 1903 | 6.09 |
| 1856 | 9.77 | 1880 | 10.37 | 1904 | 6.61 |
| 1857 | 6.15 | 1881 | 5.00 | 1905 | 16.36 |
| 1858 | 7.55 | 1882 | 9.74 | 1906 | 14.90 |
| 1859 | 6.10 | 1883 | 8.02 | 1907 | 7.95 |
| 1860 | 9.11 | 1884 | 27.59 | 1908 | 8.59 |
| 1861 | 7.92 | 1885 | 5.73 | 1909 | 14.14 |
| 1862 | 11.59 | 1886 | 15.35 | 1910 | 5.75 |
| 1863 | 3.02 | 1887 | 10.45 | 1911 | 11.77 |
| 1864 | 7.61 | 1888 | 11.57 | 1912 | 10.56 |
| 1865 | 7.52 | 1889 | 16.08 | 1913 | 7.30 |
| 1866 | 12.31 | 1890 | 8.02 | 1914 | 10.90 |
| 1867 | 15.72 | 1891 | 8.99 | 1915 | 13.62 |
| 1868 | 11.16 | 1892 | 9.09 | 1916 | 11.56 |
| 1869 | 10.96 | 1893 | 10.29 | 1917 | 8.04 |
| 1870 | 4.37 | 1894 | 4.35 | 1918 | 11.99 |
| 1871 | 5.64 | 1895 | 11.33 | 1919 | 6.76 |
| 1872 | 5.07 | 1896 | 8.73 | | |
| 1873 | 13.07 | 1897 | 8.93 | | |

表八　Cincinnatic. O. 之雨量

| 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1871 | 32.08 | 1888 | 34.88 | 1905 | 38.69 |
| 1872 | 34.89 | 1889 | 30.92 | 1906 | 40.83 |
| 1873 | 41.38 | 1890 | 47.70 | 1907 | 44.56 |
| 1874 | 37.61 | 1891 | 38.44 | 1908 | 27.29 |
| 1875 | 42.58 | 1892 | 31.95 | 1909 | 37.43 |
| 1876 | 52.62 | 1893 | 44.00 | 1910 | 34.42 |
| 1877 | 34.65 | 1894 | 26.59 | 1911 | 45.05 |
| 1878 | 41.62 | 1895 | 29.33 | 1912 | 38.61 |
| 1879 | 51.60 | 1896 | 34.48 | 1913 | 42.15 |
| 1880 | 54.67 | 1897 | 43.89 | 1914 | 32.78 |
| 1881 | 47.24 | 1898 | 38.97 | 1915 | 41.30 |
| 1882 | 52.12 | 1899 | 34.69 | 1916 | 38.14 |
| 1883 | 52.35 | 1900 | 27.78 | 1917 | 35.32 |
| 1884 | 39.38 | 1901 | 17.99 | 1918 | 40.88 |
| 1885 | 33.94 | 1902 | 37.30 | 1919 | 39.56 |
| 1886 | 31.85 | 1903 | 34.69 | 1920 | 40.13 |
| 1887 | 35.08 | 1904 | 29.54 | | |

表九　Norfolk, Va. 之雨量

| 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1871 | 63.25 | 1888 | 56.64 | 1905 | 43.29 |
| 1872 | 57.04 | 1889 | 70.72 | 1906 | 49.23 |
| 1873 | 55.43 | 1890 | 50.22 | 1907 | 38.72 |
| 1874 | 50.41 | 1891 | 50.63 | 1908 | 44.25 |
| 1875 | 50.96 | 1892 | 99.24 | 1909 | 33.78 |
| 1876 | 46.54 | 1893 | 57.90 | 1910 | 40.35 |
| 1877 | 69.14 | 1894 | 53.09 | 1911 | 38.95 |
| 1878 | 51.87 | 1895 | 45.41 | 1912 | 34.87 |
| 1879 | 38.08 | 1896 | 44.22 | 1913 | 43.37 |
| 1880 | 51.53 | 1897 | 42.66 | 1914 | 35.05 |
| 1881 | 40.06 | 1898 | 53.14 | 1915 | 35.12 |
| 1882 | 57.67 | 1899 | 38.41 | 1916 | 33.83 |
| 1883 | 54.30 | 1900 | 39.34 | 1917 | 45.63 |
| 1884 | 45.05 | 1901 | 42.61 | 1918 | 30.90 |
| 1885 | 43.25 | 1902 | 38.84 | 1919 | 32.89 |
| 1886 | 54.33 | 1903 | 46.10 | 1920 | 42.91 |
| 1887 | 47.14 | 1904 | 42.60 | | |

表十：Washington, D.C. 之雨量

| 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1871 | 37.73 | 1888 | 45.05 | 1905 | 50.64 |
| 1872 | 31.48 | 1889 | 61.33 | 1906 | 52.92 |
| 1873 | 45.71 | 1890 | 41.59 | 1907 | 44.66 |
| 1874 | 34 44 | 1891 | 52.95 | 1908 | 27.29 |
| 1875 | 40.92 | 1892 | 42.34 | 1909 | 37.43 |
| 1876 | 47.96 | 1893 | 36.71 | 1910 | 34.42 |
| 1877 | 52.59 | 1894 | 30.85 | 1911 | 45.05 |
| 1878 | 60.09 | 1895 | 34.25 | 1912 | 38.61 |
| 1879 | 32.83 | 1896 | 31.16 | 1913 | 42.15 |
| 1880 | 38.83 | 1897 | 44.58 | 1914 | 38.22 |
| 1881 | 42.20 | 1898 | 37.72 | 1915 | 39.72 |
| 1882 | 46.78 | 1899 | 44.02 | 1916 | 38.27 |
| 1883 | 45.71 | 1900 | 41.20 | 1917 | 38.24 |
| 1884 | 49.96 | 1901 | 41.75 | 1918 | 36.60 |
| 1885 | 44.84 | 1902 | 46.58 | 1919 | 43.19 |
| 1886 | 58.17 | 1903 | 43.55 | 1920 | 40.41 |
| 1887 | 35.08 | 1904 | 40.84 | | |

表十一：Denver, Colo. 之雨量

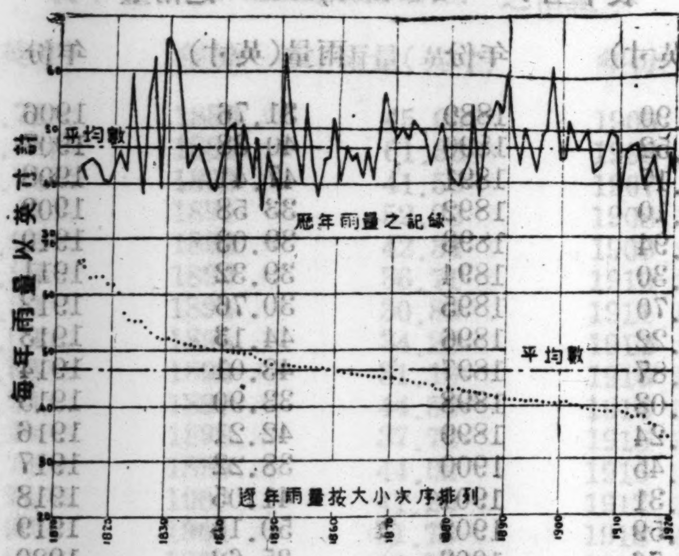
| 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1872 | 17.25 | 1889 | 14.75 | 1906 | 16.84 |
| 1873 | 11.81 | 1890 | 9.33 | 1907 | 11.83 |
| 1874 | 13.46 | 1891 | 21.43 | 1908 | 15.92 |
| 1875 | 17.10 | 1892 | 15.02 | 1909 | 22.96 |
| 1876 | 20.12 | 1893 | 9.48 | 1910 | 12.89 |
| 1877 | 16.36 | 1894 | 15.02 | 1911 | 7.75 |
| 1878 | 15.46 | 1895 | 16.12 | 1912 | 18.93 |
| 1879 | 10.86 | 1896 | 11.84 | 1913 | 18.36 |
| 1880 | 9.58 | 1897 | 15.37 | 1914 | 19.61 |
| 1881 | 12.70 | 1898 | 12.98 | 1915 | 17.83 |
| 1882 | 14.49 | 1899 | 9.33 | 1916 | 12.23 |
| 1883 | 19.49 | 1900 | 15.29 | 1917 | 9.24 |
| 1884 | 15.07 | 1901 | 9.10 | 1918 | 17.78 |
| 1885 | 15.95 | 1902 | 13.35 | 1919 | 13.63 |
| 1886 | 15.07 | 1903 | 9.50 | 1920 | 9.81 |
| 1887 | 12.49 | 1904 | 14.05 | | |
| 1888 | 9.51 | 1905 | 17.68 | | |

表十二：　Portand,Ore.　之雨量

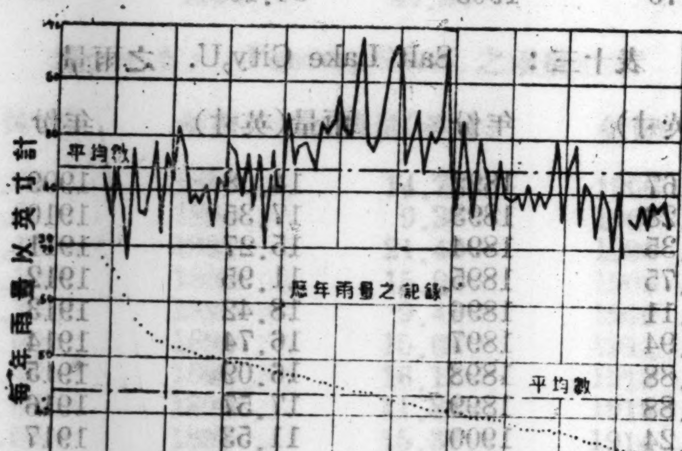
| 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1872 | 46.90 | 1889 | 31.76 | 1906 | 43.29 |
| 1873 | 20.52 | 1890 | 40.38 | 1907 | 42.98 |
| 1874 | 46.17 | 1891 | 47.41 | 1908 | 34.37 |
| 1875 | 60.10 | 1892 | 33.58 | 1909 | 43.75 |
| 1876 | 54.94 | 1893 | 39.03 | 1910 | 38.65 |
| 1877 | 58.30 | 1894 | 39.32 | 1911 | 33.28 |
| 1878 | 47.70 | 1895 | 30.76 | 1912 | 43.47 |
| 1879 | 62.22 | 1896 | 44.13 | 1913 | 36.30 |
| 1880 | 51.87 | 1897 | 43.01 | 1914 | 36.67 |
| 1881 | 57.03 | 1898 | 33.90 | 1915 | 41.30 |
| 1882 | 57.24 | 1899 | 42.21 | 1916 | 45.77 |
| 1883 | 51.45 | 1900 | 38.22 | 1917 | 40.50 |
| 1884 | 38.31 | 1901 | 41.05 | 1918 | 31.50 |
| 1885 | 39.59 | 1902 | 50.15 | 1919 | 45.70 |
| 1886 | 38.76 | 1903 | 35.62 | 1920 | 41.17 |
| 1887 | 54.17 | 1904 | 46.37 | | |
| 1888 | 38.76 | 1905 | 34.10 | | |

表十三：　Salt Lake City,U.　之雨量

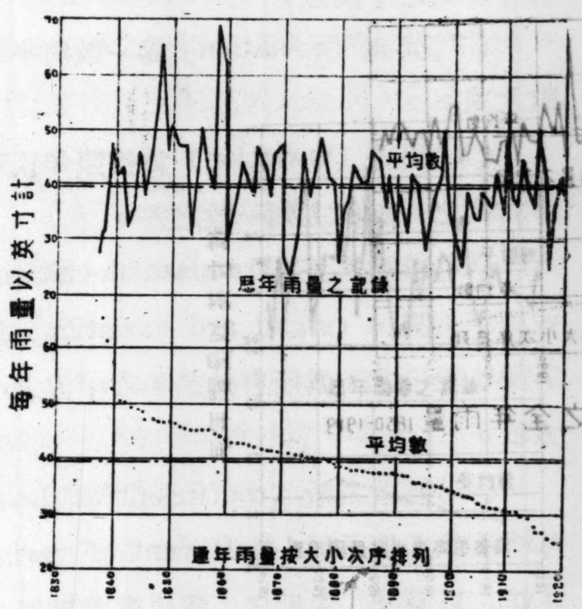
| 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) | 年份 | 雨量(英寸) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1875 | 23.67 | 1892 | 14.08 | 1909 | 19.68 |
| 1876 | 21.28 | 1893 | 17.35 | 1910 | 11.25 |
| 1877 | 16.35 | 1894 | 15.27 | 1911 | 15.13 |
| 1878 | 19.75 | 1895 | 11.95 | 1912 | 19.19 |
| 1879 | 13.11 | 1896 | 18.42 | 1913 | 16.69 |
| 1880 | 10.94 | 1897 | 16.74 | 1914 | 16.69 |
| 1881 | 16.88 | 1898 | 16.09 | 1915 | 14.49 |
| 1882 | 15.88 | 1899 | 17.57 | 1916 | 16.06 |
| 1883 | 14.24 | 1900 | 11.53 | 1917 | 14.17 |
| 1884 | 17.52 | 1901 | 16.08 | 1918 | 16.11 |
| 1885 | 19.69 | 1902 | 11.41 | 1919 | 13.42 |
| 1886 | 18.89 | 1903 | 14.62 | 1920 | 21.56 |
| 1887 | 11.66 | 1904 | 16.31 | | |
| 1888 | 13.62 | 1905 | 14.23 | | |
| 1889 | 18.46 | 1906 | 21.28 | | |
| 1890 | 10.33 | 1907 | 19.22 | | |
| 1891 | 15.92 | 1908 | 20.85 | | |



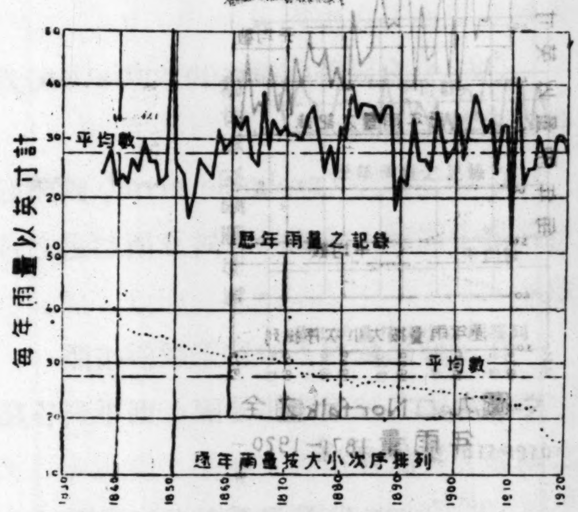

圖一 New Bedford 之全年雨量 1814-1920



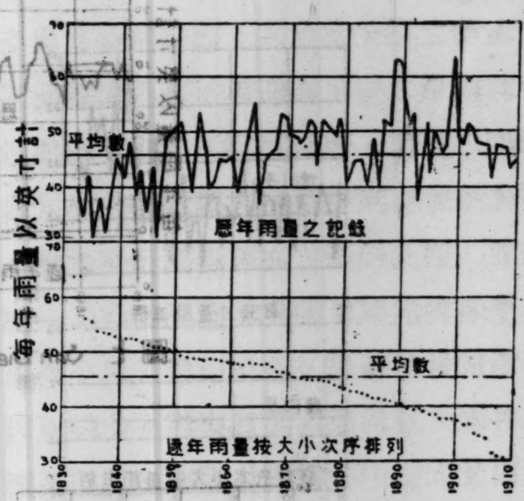

圖二 Boston之全年雨量 1818-1920



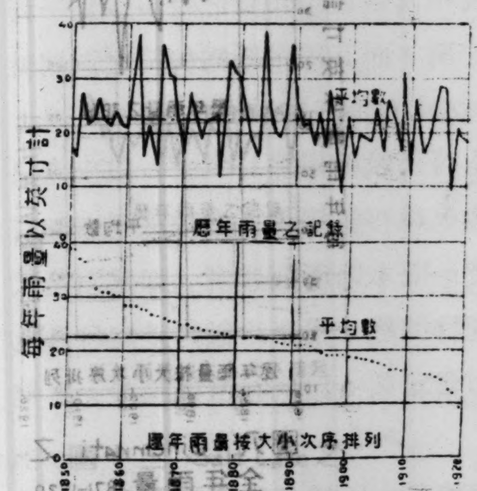

圖三　St. Louis 之全年雨量 1837-1920



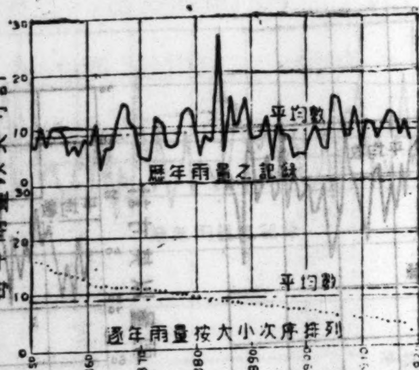

圖四　St. Paul 之全年雨量 1837-1920



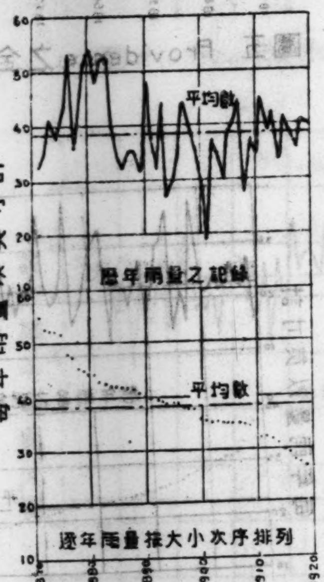

圖五　Providence 之全年雨量 1832-1908



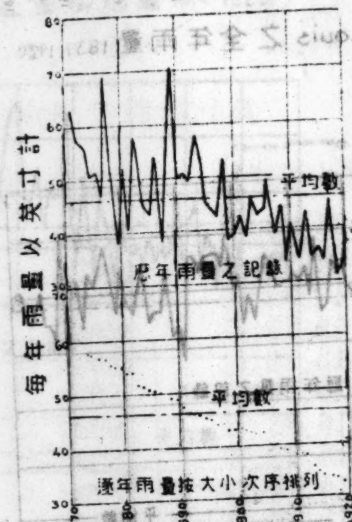

圖六　San Francisco 之全年雨量 1850-1920



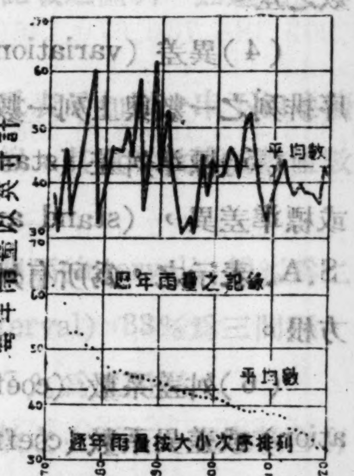

圖七 San Diego之全年雨量 1850-1919



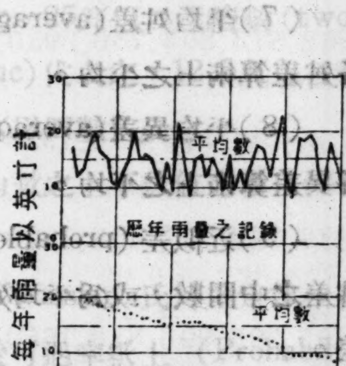

圖八 Cincinnati 之全年雨量 1871-1920



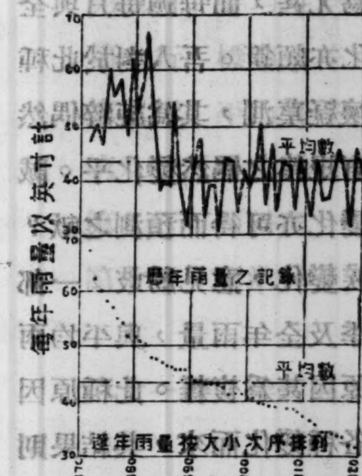

圖九 Norfalk之全年雨量 1871-1920



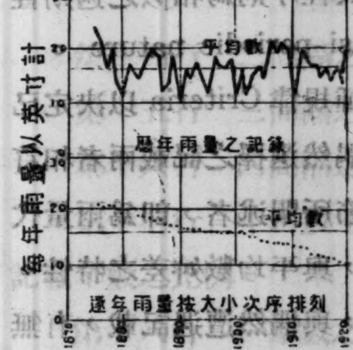

圖十· Washington之全年雨量1871-1920




圖十一 Denver之全年雨量1872-1920




圖十二 Portland之全年雨量1872-1920




圖十三 Salt Lake之全年雨量1875-1920

雨量記載與或遇(random occurance)記載之比較

氣候具有變化性，久爲世人所公認，其在溫帶之變化爲尤甚，而每週每月與全年平均雨量之變化亦頗鉅。吾人對於此種無規則之變化，懷疑莫測，其爲純粹偶然之變化乎，抑爲有規律之偶然變化乎。誠如後者，則此種變化亦可得而預測之歟？

學者對於氣候變化，意見紛歧，一部份人對於每月每季及全年雨量，與平均雨量之舛差，認爲原因甚爲複雜。此種原因，均由受天空中各種變化而來，其結果則爲一種有規律之偶然變化，而可以 Gaussian 氏所發明舛差定律表明之者。其他學者則認此種雨量與平均數之差多少爲一種定律所控制，而其程序則爲相似之週期性 Sequenceof quasi-periodic nature 。

吾人可用數種規律 Criteria 以決定已得之記載與純粹偶然選擇之記載兩者相符合之程度。而本節所闡述者，即爲雨量代表一種純粹偶然，與平均數舛差之特性。且試驗雨量記載，與偶然遭遇記載，有無差異。

爲明瞭篇中所述各專門名詞起見，茲將其定義一一誌之於下：

（1）平均數 (mean) 爲各數算術上之平均數。(Arithmetic average)

（2）中間數 (median) 爲各數按大小程序排列之中間數。

（3）舛差 (deviation) 爲一數與平均數之差。

（4）異差 (variation) 爲按照年代程序排列之一數與上列一數之差。

（5）標準舛差 (standard deviation) 或標準差異，(stand ard variation) 以 S.A. 表示之，爲所有舛差平均平方之平方根。

（6）舛差系數 (coefficient of deviation) 或差異系數 (coefficient of variation) 以 C.A. 表示之，爲標準差異與平均數之比例。

（7）平均舛差(average deriation)爲各舛差算術上之平均。

（8）平均異差(averaqe variation)爲各異差算術上之平均。

（9）近似差 (probable error) 爲所有舛差之中間數，或爲平均舛差所超過之舛差。

在一種記載內，的舛差數係按照 Gaussian氏之舛差定律分配，則下列各點之關係，皆能存在。

（1）Corun 氏證明『標準舛差』較『平均舛差』大 1.253 倍。

（2）Gouterean 氏證明『平均異差』

與平均舛差』乘1.414之積相等，在一串不相連續之數字內，亦有特殊關係，足以造成有用之規律。以表示純粹偶然記載，與受定律所支配記載之區別，玆述之於下：

(3) Besson氏表示如以一串不相連續之數字，繪成曲線，其頂峯數等於數值數三分之一。

(4) 頂峯之間隔(interval)，40%爲二間隔，(two-interval) 33%爲三間隔，17%爲四間隔，7%爲五間隔。

(5) 在平均數之上下有一羣之數含有一，二，三，四，或更多之數值，大約在平均數上下一羣數中之總數值，有50%可以一單數代表之，25%以二連續數(two conscctive valuc)代表之，12.5%以三數代表之，6.2%以四數代表之。

(6) 在平均數之上下數值之數目恆相等。

(7) 凡與 Gaussian 氏舛差定律相符之記載，如繪於可遇率紙上 (Probabilty paper) 時，卽成一直線。

玆將前節內十三雨量站之雨量記載，所有應研究之事項，概計算之。計算結果，詳列於表十四及表十五中，各項之意義，詳註於下：

第一行　記載年數。

第二行　全年平均雨量。

第三行　所有全年雨量之中間數。

第四行　所有全年雨量之最常數。

第五行　平均舛差。

第六行　標準舛差。

第七行　平均異差。

第八行　異差係數或舛差係數。

第九行　傾斜度。

第十行　標準舛差與平均舛差之比例

第十一行　平均異差與平均舛差之比例。

第十二行　頂峯數與記載年數之比例。

第十三行　最小數與記載年數之比例。

第十四行　二間隔之百分數。

第十五行　三間隔之百分數。

第十六行　四間隔之百分數。

第十七行　平均數上下一羣之數，與記載年數之比例。

第十八行　一羣數之一數與全部數之比例。

第十九行　一羣數中之二數與全部數之比例。

第二十行　一羣數中之三數與全部數之比例。

## 表十四：雨量記錄計算之結果(甲)

| 雨量名站 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| New Bedford, Mass. | 107 | 46.21 | 45.44 | 43.90 | 5.18 | 6.76 | 6.67 | 0.146 | 0.342 | 1.31 | 1.29 |
| Bcstcn, Mass. | 103 | 43.75 | 42.70 | 40.60 | 6.47 | 8.16 | 6 82 | 0.186 | 0.386 | 1.26 | 1.05 |
| St. Louis, Mo. | 84 | 39.78 | 39.72 | 39.60 | 6.24 | 8.27 | 7.74 | 0.208 | 0.022 | 1.32 | 1.24 |
| St. Paul, Minn. | 84 | 27.60 | 20.56 | 24.48 | 4.75 | 6.09 | 6.00 | 0.220 | 0.513 | 1.28 | 1.26 |
| Providence, R. I. | 77 | 45.31 | 45.91 | 47.11 | 5.38 | 6.65 | 6.38 | 0.147 | 0.271 | 1.23 | 1.19 |
| San Francisco, Cal. | 71 | 22.40 | 22.31 | 22.13 | 4.85 | 6.34 | 7.15 | 0.282 | 0.043 | 1.30 | 1.47 |
| San Diego, Cal. | 70 | 9.63 | 9.04 | 7.86 | 2.87 | 3.80 | 3.78 | 0.395 | 0.465 | 1.32 | 1.28 |
| Cincinnati, O. | 50 | 38.31 | 38.46 | 38.76 | 5.70 | 7.37 | 6.68 | 0.192 | 0.061 | 1.29 | 1.17 |
| Norfolk, Va. | 50 | 46.43 | 45.23 | 42.83 | 7.18 | 8.90 | 7.45 | 0.192 | 0.405 | 1.24 | 1.04 |
| Washingtor, D. C. | 50 | 42.40 | 41.40 | 39.40 | 5.38 | 6.99 | 6.81 | 0.165 | 0.429 | 1.30 | 1.27 |
| Denver, Colc. | 49 | 14.31 | 14.75 | 15.63 | 3.00 | 3.62 | 4.23 | 0.252 | 0.365 | 1.21 | 1.41 |
| Portlard, Ore. | 49 | 43.54 | 24.21 | 39.55 | 6.57 | 8.36 | 7.86 | 0.192 | 0.352 | 1.27 | 1.20 |
| Salt Lake City, U. | 46 | 16.21 | 16.10 | 15.84 | 2.50 | 3.14 | 3.43 | 0.193 | 0.124 | 1.25 | 1.37 |

## 表十五：雨量記錄計算之結果(乙)

| 雨量站名 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| New Bedford, Mass. | 29.9 | 29.9 | 33.3 | 33.3 | 3.3 | 36.5 | 48.6 | 25.6 | 2.6 | 78.3 | 114.8 | +0.78 |
| Boston, Mass. | 34.9 | 35.9 | 42.9 | 40.0 | 11.4 | 31.1 | 53.1 | 21.8 | 3.1 | 89.2 | 144.6 | +0.65 |
| St. Louis, Mo. | 30.9 | 30.9 | 24.0 | 40.0 | 20.0 | 45.2 | 42.1 | 26.3 | 13.2 | 100.0 | 126.3 | +0.72 |
| St. Paul, Minn. | 34.5 | 33.3 | 46.5 | 28.5 | 14.2 | 36.9 | 54.8 | 16.1 | 9.7 | 82.6 | 127.1 | +0.29 |
| Providence, R. I. | 35.1 | 35.1 | 50.0 | 30.7 | 11.5 | 32.5 | 44.0 | 16.0 | 0.0 | 102.6 | 122.8 | +0.07 |
| San Francisco, Cal. | 31.0 | 31.0 | 38.1 | 33.3 | 14.3 | 50.7 | 47.2 | 30.5 | 11.1 | 92.0 | 122.7 | +0.48 |
| San Diego, Cal. | 34.3 | 34.3 | 34.8 | 17.4 | 21.7 | 48.6 | 47.0 | 20.6 | 20.6 | 84.3 | 271.4 | +1.54 |
| Cincinnati, O. | 30.0 | 30.0 | 28.6 | 28.6 | 21.4 | 38.0 | 63.1 | 15.8 | 10.5 | 108.3 | 80.6 | +1.00 |
| Norfolk, Va. | 36.0 | 36.0 | 43.7 | 31.2 | 6.2 | 28.0 | 50.0 | 28.6 | 7.1 | 78.6 | 156.2 | +0.58 |
| Washington. D. C. | 30.0 | 30.0 | 28.6 | 21.4 | 21.4 | 44.0 | 45.5 | 18.2 | 13.6 | 72.4 | 164.0 | +0.73 |
| Denver, Colo. | 28.6 | 26.5 | 23.1 | 23.1 | 30.8 | 44.9 | 36.4 | 36.4 | 4.5 | 113.0 | 131.6 | +0.15 |
| Portland, Ore. | 36.7 | 34.7 | 47.0 | 29.4 | 11.8 | 36.8 | 50.0 | 11.1 | 11.1 | 74.1 | 185.6 | +0.78 |
| Salt Lake City, U. | 32.6 | 32.6 | 40.0 | 20.0 | 13.3 | 45.7 | 33.3 | 23.8 | 14.3 | 91.8 | 126.0 | +0.13 |
| Avenage | 32.7 | 32.3 | 37.0 | 29.0 | 15.5 | 39.9 | 47.3 | 22.5 | 9.4 | 89.9 | 148.0 | +0.61 |

第二十一行　大於平均數之年數與小於平均數之年數之比例。

第二十二行　平均以上之距程 (range) 與平均以下之距程之比例。

第二十三行　標準舛差與平均數之比例。

舛異系數值之變易，各站不同，San Diego 爲 o.395 而 Washiagton 則爲 o.165，此種係數可表示全年雨量與其平均數之互相離異，毋庸顧及該值之所由來也。

凡雨量記載，不違背舛差定律時，表十四第十行之值約爲 1.253，第十一行之值約爲 1.414，此種現象對於 Denver 之雨量記載適相符合。故該處雨量之記載，可用最小二乘方之方法計算之，其實嚴格言之，此種定律頗不盡然。因雨量紀錄，如依舛差定律者，其平均數，中間數，最常數同在一直綫上，見圖十四(甲)而傾斜係數，定等於零。今 Denver 雨量之 C.S. 爲 o.146。而圖三十九所示常率積分線，又在50%線上不經過平均數，且與可遇率積分線相差甚遠見圖三十九故若以最小二乘方之方法計算其可遇率積分線，定必得一不正確之結果，謂以表十四第十行之約數 1.253 與第十一行之約數 1.414，而定一種記載爲依據舛差定律，不若視第二十三行之傾斜係數等於零之更爲明確也。

其餘各站記載，第十一行之值，則較小於理想數，是不待 C.S. 之大小證明，而知每年雨量之變遷，較理論上所應許者少。換言之，各地往往有一種天氣，有一年一年永久不變之趨勢。

任意取來之記載，對於表十四及表十五各值將有下列之變更：

第十二及十三兩行各值等於原值之33%。

第十四行各值等於原值之40%。

第十五行各值等於原值之33%。

第十六行各值等於原值之17%。

第十七及十八兩行各值等於原值之50%。

第十九行各值等於原值之25%。

第二十行各值等於原值之12.5%。

第二十一及二十二兩行各值與原值同。

上列各值一經詳細審查而知其爲不依規律者，但除第二十一及二十二兩行外。其餘平均數均較小於理想數，是亦足證明各地天氣往往有年年不變之趨勢。

第二十一行各值表示歷年雨量記載中其較小於平均數之年份常多於較大於平均數之年份。但在另一方面觀察，第二十二行

各值，則表示大於平均數之距程常大於較小者。換言之，甚大之值爲數不多，而大多數之值小於平均數者，則在平均數之他側，此爲全年雨量之特徵，前已言之。而各種記載，其最小值爲者，亦復如是。

上述二種規律，卽(1)平均異差與平均舛差之相比值爲1.414。(2)大於平均數之值與較小於平均數之值其數相等。倘以之應用於目前所述之雨量記載，殊足以表現其並非完全依據適用於任意取來記載之定律。

若雨量記載，依從偶然事項之定律，則不能有循環，或週期性之變化，至爲明顯。但此種循環，早爲世所公認，且紀錄愈久，其象愈著。

Vermeule 氏總合各種長期記載而言曰：

『經審愼研究此種長期記載，顯示大小雨量均在强烈之循環傾向。平均大雨量期之後，必繼以小雨量期，故在一雨量站，有八年或十年之記載，與他站有五六十年之記載相較，其不同之點，全屬時期之長短，無關地域之異同。』

Arthur T. Safford 亦謂：

『最有興趣之事，卽爲年期之平均雨量，自 1832 年後逐漸增加，以迄1880—1890年間止。嗣後遂逐漸低減，此種現象，固不必重視。但按之事實倘繼續十年雨量稀少與1894年以前相同，則多數之給水工程，均須加以擴充。』

本篇內雨量記載，亦顯示在十九世紀之末葉雨量漸增，至最高度，復行減少，而由 California 州大樹之年輪，亦足以窺見二千年來雨量之循環狀態。故就造成雨量之來由而論，則不得認爲偶然事項而受 Laussian 氏舛差定律所束縛。

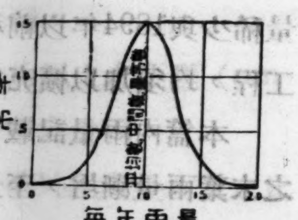
第一規律，卽標準舛差等於平均舛差乘1.253之積，祇限用於偶然事項，祇論其量，不其論來由。雨量記載。對於此種規律自較其他記載爲適合，然與理想之數，顯然相差太大，此因記載年份不長，而用作研究之資料未甚充分故耳。

若以各站雨量記載，繪於可遇率紙上，(見後節)則成微向上凹之曲線而在50%線上不經過平均數，此卽表示其非完全依從舛差之標準定律（詳述於常率積分線節中）。

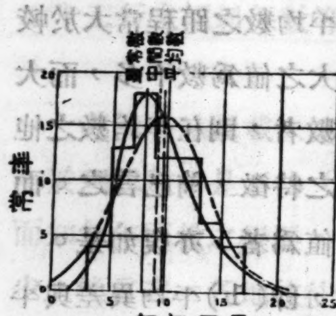
由上述種種觀察之結果，雨量記載，既不完全依從舛差標準定律，而由各站分佈之廣，斷言雨量記載，不能以適用於依據舛差標準定律所記載之方法處理之，似亦有理。

## 六　常率線

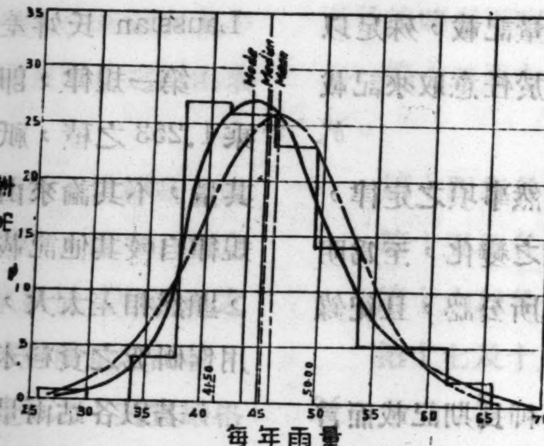
若將一種統計排列起來，而顯出一事



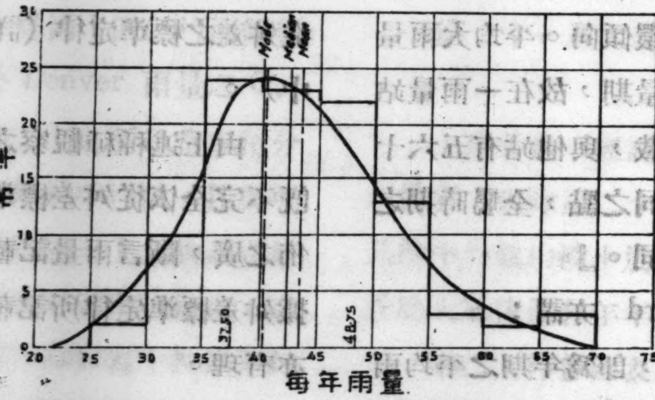

圖十四(甲) 標準常率線



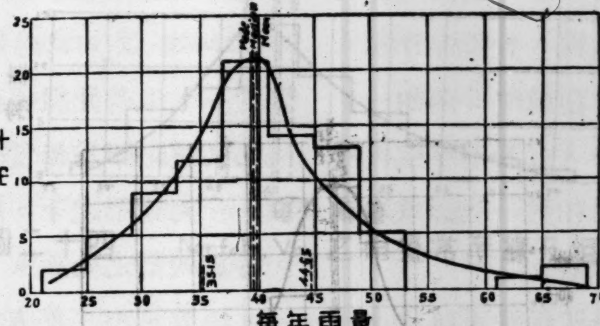

圖十四(乙) 傾斜常率線及組合線之比較



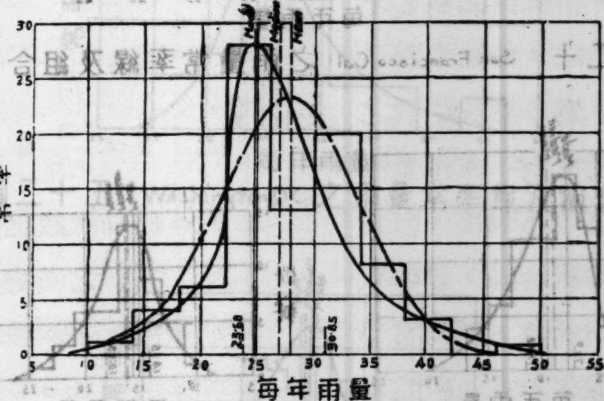

圖十五 New Bedford之雨量常率線及組合線



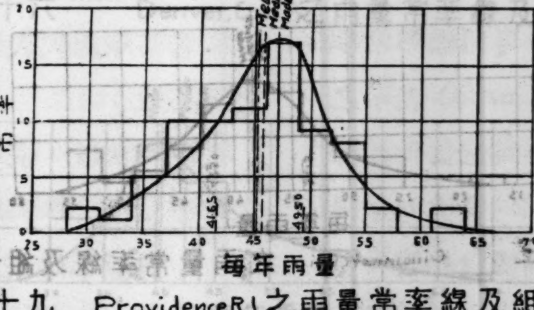

圖十六 Boston之雨量常率線及組合線



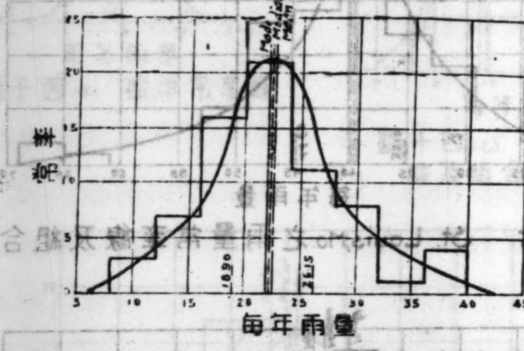

圖十七　St. Louis, Mo.之雨量常率線及組合線



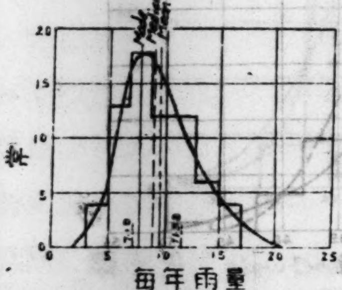

圖十八　St Paul, Minn.之雨量常率線及組合線



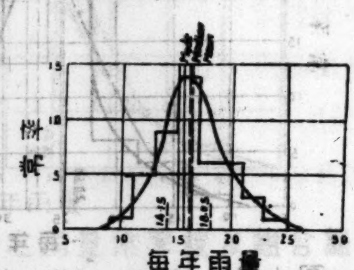

圖十九　Providence R.I.之雨量常率線及組合線



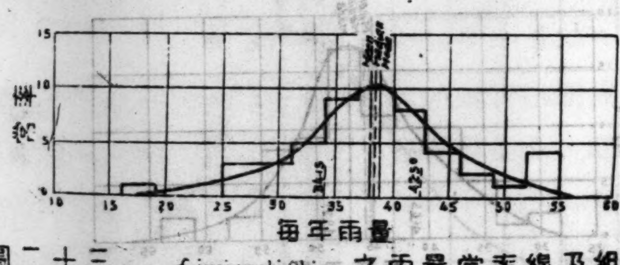

圖二十 San Francisco, Cal 之雨量常率線及組合線




圖二十一 San Diego, Cal. 之雨量常率線及組合線



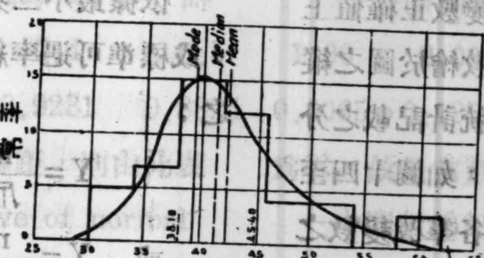

圖二十二 Salt Lake City, Ohio 之雨量常率線及組合線



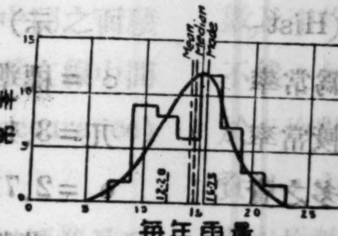

圖二十三 Cincinnati, Ohio 之雨量常率線及組合線



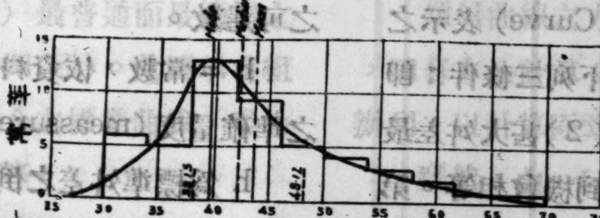

圖二十四　Norfolk, Va. 之雨量常率線及組合線




圖二十五　Washington, D.C. 之雨量常率線及組合線




圖二十六　Denver, Colo. 之雨量常率線及組合線




圖二十七　Portland, Ore. 之雨量常率線及組合線

特殊遇到之次數，此種排列，謂之常率分配 (Frequency distribution) 。如以曲線或圖表示之，則爲常率曲線。有數種分配，發見次數，常在另一改變數中。例如一種雨量，在某限定數量中，有若干年數，可以遇到；亦有他種雨量在另一改變數之正確值上，遇見若干年數者。

若統計記載，在另一改變數正確值上，遇到若干次數時，可將次數繪於圖之縱線上，再將各頂點聯接。但統計記載之分配，可以連貫長方形表示之，如圖十四至圖二十七。長方形之底，爲各羣改變數之限度。其高則爲每羣遇見次數，或用光滑曲線，將各長方形頂線之中心聯接，以爲一法所繪成之曲線，名爲組合線，(Histogram) 。以第二法所繪成者，則爲常率線。有幾種研究，組合線之形式，較常率線爲有用，但常率線能予吾人得更多之資料。

舛差常率定律之要點，可以標準常率線 (Normal Fre quency Curve) 表示之。然常率定律，必須備具下列三條件：卽(1)細微舛差最常遇到，(2)甚大舛差最少遇到，(3)正負舛差遇到機會相等。第三條件，可使常率曲線，在中心垂直軸上造成對等形。

圖十四(甲)爲標準常率線，如果此線係表示舛差分配，則其縱距卽爲由中軸上量起舛差之可遇率， (probability of eccurance of error) 線與水平線間之面積等於一。但若此線係表明各統計數之分配，則其縱距卽爲相當改變數的可遇到之次數。在此情形之下，線與水平線間之面積，等於統計之全數。

依據最小二乘方之理論，標準常率線，或標準可遇率線，得以下列方程式表示之：

$$Y=\frac{h}{\sqrt{\pi}}e^{-h^2x^2}$$

或 $$Y=\frac{n}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

Y ＝已知數或已知舛差（普通以 x 表示）之可遇率。

σ ＝標準差異或標準舛差。

π＝3.1416。

e ＝2.71826爲 Naperian 式對數之基數。

若常率線代表統計之分配時，Y爲 x 之可遇數。

h ＝常數，依資料情形而異，普通謂之準確量度 (meassure of precission) 。

h 爲標準舛差之倒數與 $\frac{1}{2}$ 之平方根相乘之積。若 h 小而標準舛差數大，則標準常率線低，而向側面伸長，此卽表示觀測精度不佳或資料數值之變異，限度甚爲廣

大，且距離平均數甚大之値甚多。然若h大而標準舛差較小，則卽表示記載內各値均與平均數相近。小舛差多，而大舛差少，故常率線高而狹。

舛差數値中之一數，在標準常率線上使其從凹形變至凸形，此數謂之標準舛差，而此點謂之灣曲點。若標準舛差算自不相稱之曲線（unsymmetrieal curve）時所得之値，卽爲該記載在標準曲線（normal curve）上最相符之標準舛差，其理至顯。

若各線所有之縱距Y，以最大縱距爲單位度量之，横距X以標準舛差爲單位度量之，則標準舛差定律之方程式，卽爲

$$Logy = -0.217145x^2$$。

下表卽列假定之X値及Y之聯帶値：

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 |
| Y | 1.0000 | 0.9802 | 0.9231 | 0.8825 | 0.6065 | 0.1353 | 0.0111 | 0.0003 |

如知標準舛差及最大縱距，則由此表卽可繪標準分配曲線（curve of normal distribution）。

上文已述及曲線下之面積，爲統計數値之總數，故曲線下兩垂直線中間之面積，除以總面積所得之商，卽爲垂直線中間値之可遇率（Probability of occurance）。

照普通統計之記載，不能以標準分配曲線完全顯示之。其最適用者，爲傾斜曲線，（Skew curves）最普通而最適用之傾斜曲線，詳見圖十四(乙)。此圖示有組合線，常率線，最適合之標準曲線，平均數，中間數及最常數等。

"mode"之定義爲改變數値之最常遇者，亦卽傾斜曲線中最大縱距相關聯之横距數。在標準分配曲線中，最常遇之舛度爲零，故最常數與平均數同値。

中間數爲記載按照大小程序排列時之中間値，此値可劃分常率曲線之面積爲兩等分。若記載符合標準分配，中間數最常數及平均數俱爲等値。但在傾斜曲線中則不然，如圖十四(乙)中間數之位置，常處於平均數與最常數之間。此種方式分配之資料，中間數之値，自横線上量度，約在由平均數至最常數間三分一之距離。而本篇所述最常數之値，亦由此法推算而得。

傾斜曲線之方程式及最常數之準確値，固有方法計算；但如不用計算機，實難辦到，以計算極繁，需工甚大故也。

雖然，由一種記載，繪一常率曲線，使其與由實在資料繪出之線極相符合，其事既不甚難，而所得結果，亦殊有價値。其法先繪一組合線，然後計算各長方形之

總面積，並緊依組合線之外線繪一光滑曲線經過最常數上長方形最高點之中心。此項曲線，必須加以校正，使其總面積與組合線之總面積相等，在中間數縱距兩旁之面積亦相等。

更有重要之數點，可由此項雨量常率曲線確定之者，例如：

（1）在最常數任何一邊雨量值，在一定數量內之可遇率（Probability of the oocurance of rainfall）。

（2）在中間數任何一邊雨量值，在一定數量內之可遇率。

（3）在平均數任何一邊雨量值，在一定數量內之可遇率。

（4）大於平均數之雨量可遇率。

（5）小於平均數之雨量可遇率。

（6）大於平均數之最可能雨量。

（7）小於平均數之最可能雨量。

如已知曲線方程式，並 ydx 積分之法，則以上諸問題，皆可迎刃而解。至於面積，可以求面積器約略求得，因照以上所述繪製曲線之方法及不充分之記載，則用此法求面積，已可云準確。

以上諸問題之答案，可決定之於下：

（1）在曲綫下之最常數，任何一邊已知限度兩縱距間之面積，以總面積除之。

(2)與(3)與(1)相同，惟經過最常數之縱距，則為經過中間數及平均數之縱距。

（4）在曲線之下，大於平均數一邊之面積，以總面積除之。

（5）在曲線之下，小於平均數一邊之面積，以總面積除之。

（6）在大於平均數之一邊，繪一縱距，適分全面積為四分之一。

（7）在小於平均數之一邊，繪一縱距，適分全面積為四分之一。

圖十五至二十四係十三站之組合線及常率線，圖中對於每站之平均數，中間數，最常數及較大或較小於平均數之最可能值，亦一一顯示；且間有繪成最適合之標準常率線，藉可明白表示各資料分配之傾斜度，（Skewness of distribution）實則統計數之常率線雖為對等，（Symmetrical）而標準常率線仍難與其記載完全適合。

最可注意者，所有常率曲線，多少呈不對等形，或傘斜形。假如有常率線二，其標準舛差數相同，而其最常數與平均數之距離則不一，吾人可謂傾斜度與此距離成正比例。若假定自平均數至最常數之距離相等，標準舛差不同，則標準舛差較大之曲線為更對等。Pearson 氏所建議推算傾斜度之方法，與所述之意正同，即傾斜度等於平均數與最常數之差，除以標準舛差。

## 表十六：由常率線上所獲之結果

| 雨量名站 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| New Bedford, Mass. | 3.18 | 3.14 | 3.02 | 44.6 | 55.4 | 50.00 | 41.50 |
| Boston, Mass. | 2.95 | 2.98 | 2.79 | 46.6 | 53.4 | 48.75 | 37.50 |
| St. Louis, Mo. | 3.16 | 3.16 | 3.16 | 49.8 | 50.2 | 44.65 | 35.15 |
| St. Paul, Minn. | 4.24 | 3.87 | 3.50 | 44.2 | 55.8 | 30.85 | 23.60 |
| Providence, R. I. | 3.74 | 3.68 | 3.57 | 53.2 | 46.8 | 49.50 | 41.65 |
| San Francisco, Cal. | 3.76 | 3.75 | 3.74 | 49.5 | 50.5 | 26.15 | 18.90 |
| SonDiego, Cal. | 6.43 | 5.90 | 5.38 | 42.5 | 57.5 | 11.60 | 7.10 |
| Cincinnati, O. | 3.42 | 3.41 | 3.40 | 50.5 | 49.5 | 42.50 | 34.15 |
| Norfolk, Va. | 2.86 | 2.64 | 2.44 | 43.9 | 56.1 | 51.25 | 40.80 |
| Washington, D. C. | 3.79 | 3.69 | 3.37 | 42.8 | 57.2 | 45.40 | 38.10 |
| Denver, Colo. | 6.20 | 6.13 | 5.97 | 54.0 | 46.0 | 16.75 | 12.20 |
| Portland, Ore. | 3.38 | 2.90 | 2.49 | 42.6 | 57.4 | 48.12 | 38.15 |
| Salt Lake City, U. | 7.78 | 7.48 | 7.55 | 49.2 | 50.8 | 18.05 | 14.15 |

此類常率曲線，多與對等之標準可遇率曲線（symmetrical normal curve of probability）相差甚遠，是其記載不得視為偶然事項，已甚明顯，故亦不能以最小二乘方之方法處理之。

表十六對於各站列有上述之七站數值。表中前三行係無論何年之雨量在最常數中間數及平均數兩側四分之一英寸內之可遇率，無論何年之雨量，在任何限度內之可遇率，亦可以同樣方法求得之。

由此種常率曲線，亦可求得一種雨量，在一定年數內或大或小。故如欲求得一雨量使10%年數內之雨量，均較此小，必先試定一縱距，截去常率線下左端之面積百分之十，則此縱距之橫距，即為欲求之雨量值。

是故常率曲線，若依法繪之，能供給多數有用之材料。雖然，繪製此種曲線甚難使其準確，尤以兩端為甚。因此凡專賴曲線下兩端面積所決定之值，殊不足恃。即以精密分析法所定之曲線，此類弱點，亦難免除，但不若是之甚耳。

常率積分線

從前節研究而知自常率線之極左點起至某縱綫止線下之面積，僅表示所能遇到雨量中小於該段雨量之常率。如欲求百年中平均有四年可遇到之雨量，即須從常率線上用求面積儀試求常率線下百分二十五之面積。易言之，試求一縱線，將分常率線下之面積為二部分，自極左點至縱線為全面積百分之二十五，自縱線至極右點為全面積百分之七十五。此種辦法，不但(1)煩瑣異常，(2)不甚精確，(3)預算最大最小雨量之常率最為困難。理論上之曲線（theoretical curve）最重要之用途，即為從有限數之紀錄，擴充至長時間之實用。例如十年雨量之紀錄用於各種水利上之研究，年限確為太少，常率積分線即為解決此種困難最良之方法。

在尋常用於水利上流量或雨量方面所研究之常率線與常率積分線，應有區別，常率線恆以方程式 $y=f(x)$ 表示之，而常率積分綫則為 $\int ybx$ 或 $\int f(x)dx$。換言之，常率積分線者，乃示在若干年內所有之雨量大於所假定之雨量。常率線者，乃示在若干年內所有之雨量適等於所假定之雨量，故若將常率線上縱線所表示之雨量次數，一一加之，即得所有雨量之次數。若在常率分配線中所有雨量次數小於所假定之雨量，亦一一加之，則在常率積分線上，即得相同雨量之次數。故在常率積分線上，無論何點，係表示自極左端起，以至常率線上相同點止，所有常率之和，因之常率積分線，可以常率線之積分表示之

。是以常率積分線，對於解決工程上諸問題，最爲簡易，並最切實用，毫無疑義。若資料分配，依據標準定律，則其常率積分線，畫於可遇率紙上，卽成一直線，而平均數(mean)最常數(mode)及中間數(median)合成一數，均由50%線上經過。若資料分配，不按標準定律，如雨量溫度受天氣之影響者等是，則其常率積分線，在可遇率紙上，卽非直線。而其灣曲之程度，視傾斜係數之大小以爲定，此可於圖二十九至圖四十一見之。

依據標準定律之資料，其常率積分線，可自 $\int y\,dx = \frac{N}{\sqrt{\pi}}\int_0^t e^{-t^2}\,dt$ 求獲之。或自標準可遇率積分表(Table of Normal Probability Integral)亦可求得。若資料分配稍離標準定律而欲求常率積分線與其相符合者則可從

$$\int_x^{\infty} y\,dx - \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\, e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}\, \frac{C.S.}{\lfloor 3}\left(\frac{x^2}{\sigma^2} - 1\right)\right]_{x=x}^{x=\infty}$$

$$\text{及} \int_{-\infty}^{x} y\,dx + \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\, e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}\, \frac{C.S.}{\lfloor 3}\left(\frac{x^2}{\sigma^2} - 1\right)\right]_{x=\infty}^{x=x}$$

求其常率積分線或從傾斜常率線面積表(Table of Area of Skew Frepuency Curve)亦可求獲之。若資料分配不依標準定律，且具有甚大之傾斜係數者，則從前法所得常率積分線，決難與由原記載所畫出之各點相吻合。關於天氣方面所獲之資料，係屬此類。而欲求最良之結果，與最相近之適合，舍研究 Karl Pearson 氏各種常率方程式，與定其屬於何種常率線之係數不可。然工多事煩，頗爲不易。由實際方面觀察，研究雨量或流量，可限用於 Pearson 氏之第三種常率線 $y = y_0 e^{-rx}\left(1+\frac{x}{a}\right)^{ra}$。卽常率線之一端有限制，其他一端無限制，線之全部呈傾斜形是也。

蓋每年最小之雨量，不能再少於零，而其最大之雨量，則不能確定其實數故耳。而常率積分線，可求自 $\int yce^{-rx}\left(1+\frac{x}{a}\right)^{sa} dx$ 或 $\frac{N}{\Gamma(p+1)}\int z^p e^{-z}$(見 W.P.Elderton 氏所著之 Frequency curves and Correlation) 亦可求得之，其法甚簡(見常率積分線之計算節)

## 可遇率紙

常率線畫之於尋常方格紙上，無論資料爲依舛差標準定律，或不依舛差標準定律，恆呈S形狀。此種曲線，而欲從有限資料之紀錄，定其極端之數值，事實上絕對不可能。故海森氏 Allen Hazen 根據

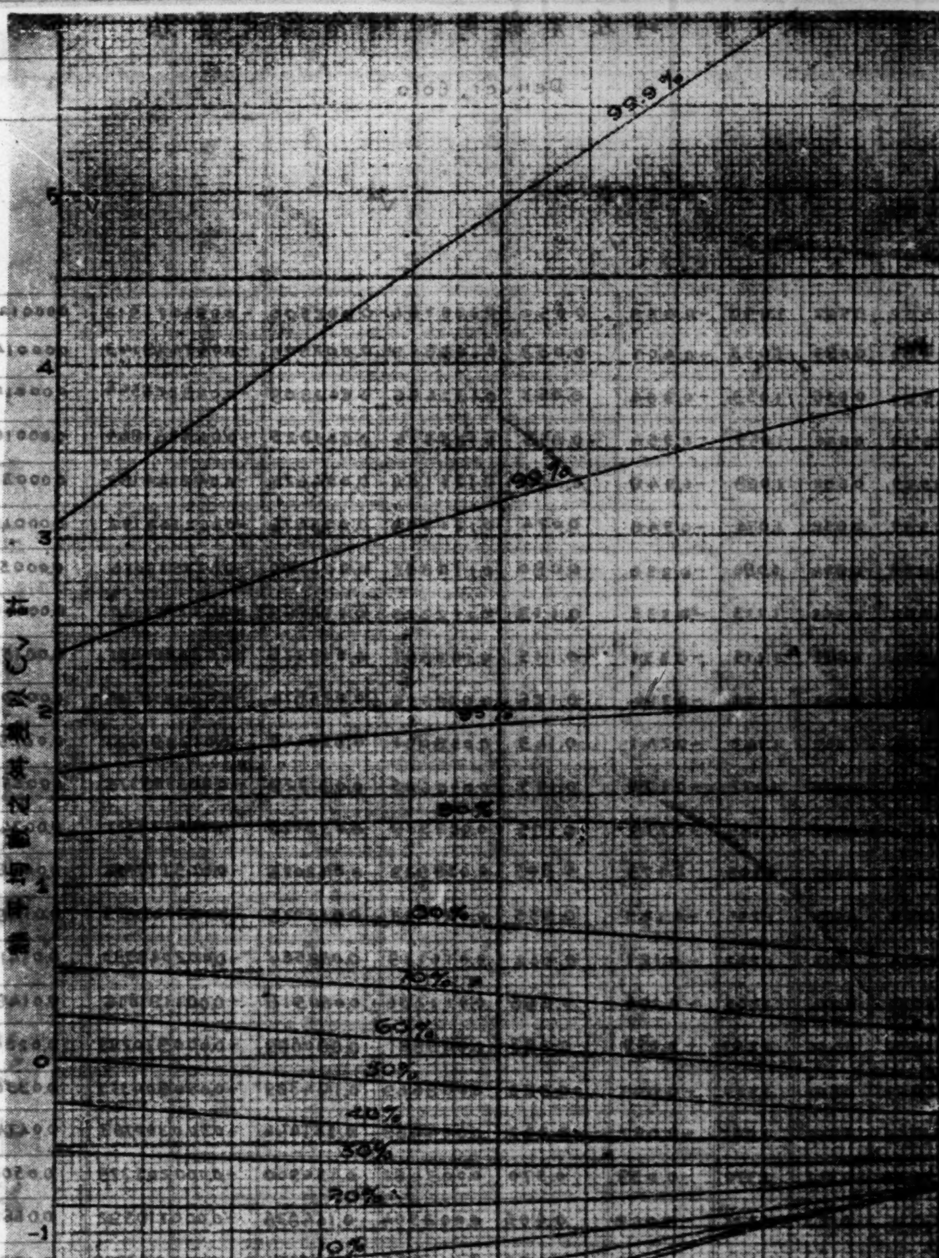
可遇根線，而作可遇率紙。然後依據舛差標準定律之記載與不依據舛差標準定律之記載，均可視其常率積分線在可遇率紙上，是否成直線而決定之。不依舛差標準定律之資料，雖其常率積分線在可遇率紙上不成直線，然不若畫於方格紙上灣曲之甚。為紀錄不多擴充將來估計時間起見，在研究雨量溫度等天氣之變象，至為便利。紙之橫線係示可遇率或以百分計之時間。惟紙之縱線距離以 Pt ($P^t = \frac{n}{\sqrt{\pi}}\int e^{t}dt$) 中之 t 值而變更。P之數值，可自梅理門 Merriman 氏可遇率積分表算得之。凡常率積分線畫於可率遇紙上時，在橫線上之傾斜度，恆與舛差係數成正比例。若傾斜係數等於零時，則常率線遂為相稱線或對等線，而在可遇率紙上遂為直線。否則，傾斜係數愈大，其最後曲線愈近相稱線，此可由圖十五及圖二十七見之。求各種常率積分線，祇須知平均數，C.V. 及 C.S. 三者，即可由圖二十八各線上得離平均數之舛差。詳細解釋，將於後節說明之。

## 常率積分線之計算

上節所述，僅言求常率積分線之方法，而未及其實在之計算，吾人已知標準可遇率線已不適用各站雨量之研究。今 Pearson 氏之第三種常率線，是否適用本篇各站雨量記載，當視其常率積分線與直接由觀察所得之雨量記載是否適合為斷。茲一一舉例以說明之，求標準可遇率積分線或 Pearson 氏第三種常率積分線，俱可從圖二十八得之。該圖之繪製，係於 Pearson 氏第三種常率積分方程式中假定 C.S. 之值並假定 C.V. 之值等於一，而計算其傾斜因數。如海森 Hazen 氏論霍爾 Hall 氏每年流量之變更文第八表同，（見 Transaction，A.S.C.E. 1921）算法甚繁，算數甚多，茲勿贅及。

今欲明常率積分線之實用，與圖二十八之用法，Denver，Colo. 之雨量記載，先用以計算 C.V. 與 C.S. 之值，見表十七。計算之法，先將該站雨量按大小次序而排列之。再化為以平均數計之值，計算每年之舛差，及其平方與立方數。然後依據 C.V. 及 C.S. 之方程式而計算之。表十八係說明常率積分線之算法，表中以 C.V. 計之舛差均得自圖二十八，為決定常率積分線縱距之用。以平均數計之雨量及百分計之時間，為繪常率積分線之用。依此方法，其他各站雨量之常率積分線，均一一求出，繪於可遇率紙上，見圖二十九至圖四十一。

至由實際觀察所獲之記載，繪於圖上，其法可說明之於下：假定雨量記載有 m 年，則每一數值（假定過去遇到之雨量記


99.9%
99%
95%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
5%
1%

## 表十七 舛差系數與傾斜系數之算法

Denver, Colo

| 兩量依大小次序排列以英寸計 | | 兩量以平均數計 | | 從平均數之舛差 V | | $V^2$ | | $V^3$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7.75 | 15.02 | 0.542 | 1.050 | -0.458 | 0.050 | 0.209764 | 0.002500 | -0.096071912 | 0.000125000 |
| 8.48 | 15.07 | 0.593 | 1.053 | -0.407 | 0.053 | 0.165649 | 0.002809 | -0.067419143 | 0000148877 |
| 9.10 | 15.07 | 0.636 | 1.053 | -0.364 | 0.053 | 0.132496 | 0.002809 | -0.048228544 | 0000148877 |
| 9.24 | 15.09 | 0.646 | 1.055 | -0.354 | 0.055 | 0.125316 | 0.003025 | -0.044361864 | 0.000166375 |
| 9.33 | 15.29 | 0.652 | 1.068 | -0.348 | 0.068 | 0.121104 | 0.004624 | -0.042144192 | 0.000314432 |
| 9.33 | 15.37 | 0.652 | 1.074 | -0.348 | 0.074 | 0.121104 | 0.005476 | -0.042144192 | 0.000405224 |
| 9.50 | 15.46 | 0.664 | 1.080 | -0.336 | 0.080 | 0.112896 | 0.006400 | -0.037933056 | 0.000512000 |
| 9.51 | 15.92 | 0.665 | 1.113 | -0.335 | 0.113 | 0.112225 | 0.012769 | -0.037595375 | 0.001442897 |
| 9.58 | 15.95 | 0.669 | 1.115 | -0.331 | 0.115 | 0.109561 | 0.013225 | -0.036264691 | 0.001520875 |
| 2.81 | 16.12 | 0.686 | 1.126 | -0.314 | 0.126 | 0.098596 | 0.015876 | -0.030959144 | 0.002000376 |
| 10.86 | 16.36 | 0.759 | 1.143 | -0.241 | 0.143 | 0.058081 | 0.020449 | -0.013997521 | 0.002924207 |
| 11.81 | 16.84 | 0.825 | 1.177 | -0.175 | 0.177 | 0.030625 | 0.031329 | -0.005359375 | 0005545233 |
| 11.83 | 17.10 | 0.827 | 1.195 | -0.173 | 0.195 | 0.029929 | 0.038025 | -0.005177717 | 0.007414875 |
| 11.84 | 17.25 | 0.827 | 1.205 | -0.173 | 0.205 | 0.029929 | 0.042025 | -0.005177717 | 0.008615125 |
| 12.23 | 17.68 | 0.855 | 1.235 | -0.145 | 0.235 | 0.021025 | 0.055225 | -0.003048625 | 0.012977875 |
| 12.49 | 17.78 | 0.873 | 1.242 | -0.127 | 0.242 | 0.016129 | 0.058564 | -0.002048383 | 0.014172488 |
| 12.79 | 17.83 | 0.894 | 1.246 | -0.106 | 0.246 | 0.011236 | 0.060516 | -0.001191016 | 0.014886936 |
| 12.89 | 18.36 | 0.901 | 1.283 | -0.099 | 0.283 | 0.009801 | 0.080089 | -0.000970299 | 0.022665187 |
| 12.98 | 18.93 | 0.907 | 1.323 | -0.093 | 0.323 | 0.008649 | 0.104329 | -0.000804357 | 0.033698267 |
| 13.35 | 19.49 | 0.933 | 1.362 | -0.067 | 0.362 | 0.004489 | 0.131044 | -0.000300763 | 0.047437928 |
| 13.46 | 12.61 | 0.941 | 1.370 | -0.059 | 0.370 | 0.003481 | 0.136900 | -0.000205379 | 0.050653000 |
| 13.63 | 20.12 | 0.952 | 1.406 | -0.048 | 0.406 | 0.002304 | 0.164836 | -0.000110592 | 0.066923416 |
| 14.05 | 21.43 | 0.983 | 1.498 | -0.015 | 0.498 | 0.000225 | 0.248004 | -0.000003375 | 0.123505992 |
| 14.49 | 22.96 | 1.013 | 1.604 | 0.013 | 0.604 | 0.000169 | 0.364816 | 0.000002197 | 0.220348864 |
| 14.75 | | 1.031 | | 0.031 | | 0.000961 | | 0.000029791 | |
| Total = 701.18<br>Mean = 14.31 | | | | | | 3.141408 | | | + 0.117069082 |

$$C.V = \text{舛差系數} = \sqrt{\frac{\Sigma v^3}{N-1}} = \sqrt{\frac{3.1414}{48}} = 0.26$$

$$C.S = \text{傾斜系數} = \frac{\Sigma v^3}{(N-1)(CV)^3} = \frac{+0.1171}{48 \times 0.26^3} = +0.15$$

## 表十八：　常率積分線之計算

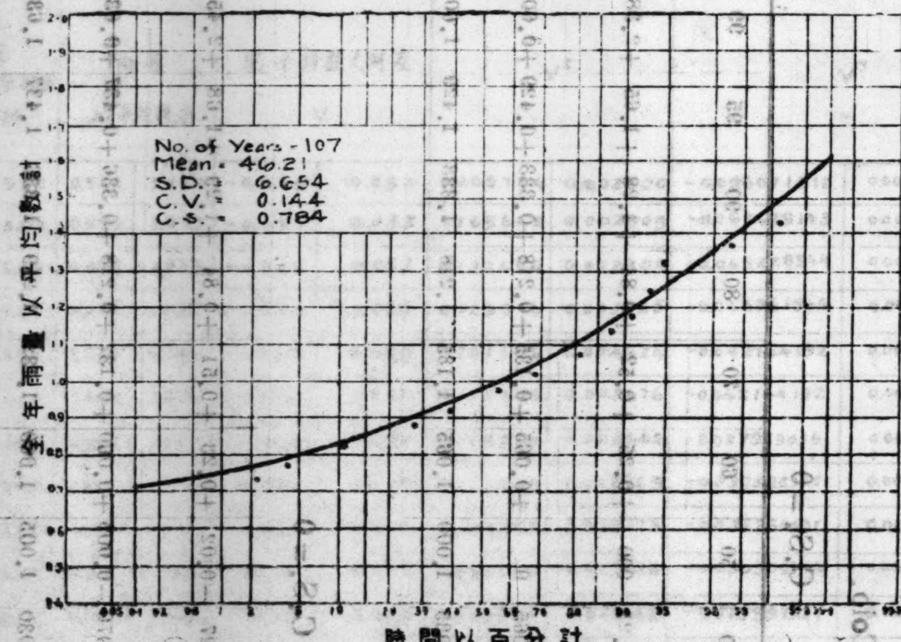
Denver, Colo.

如C.V.＝0.26.　C.S.＝0

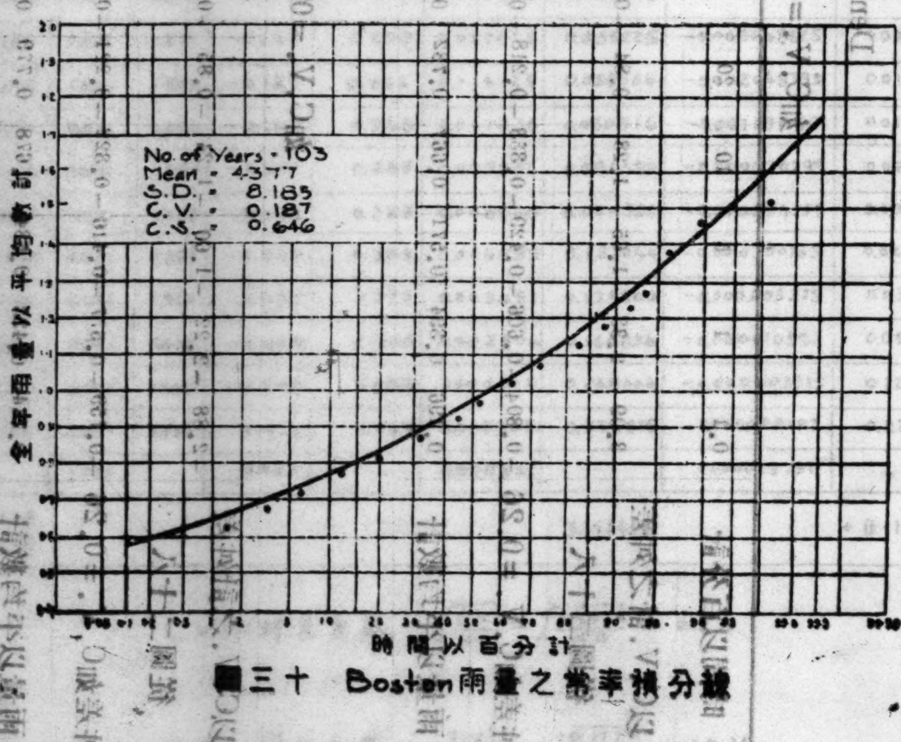
| 時間以百分計 | 0.1 | 1 | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 95 | 99 | 99.9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 以C.V.計之舛差從圖二十八 | −3.09 | −2.33 | −1.65 | −1.28 | −0.84 | −0.52 | −0.25 | 000 | +0.25 | +0.52 | +0.84 | +1.28 | +1.65 | +2.38 | +3.09 |
| 舛差如C.V.＝0.26 | −0.804 | −0.606 | −0.429 | −0.333 | −0.218 | −0.135 | −0.065 | 0 | +0.065 | +0.135 | +0.218 | +0.333 | +0.429 | +0.606 | +0.804 |
| 雨量以平均數計 | 0.196 | 0.394 | 0.571 | 0.667 | 0.782 | 0.865 | 0.935 | 1.000 | 1.065 | 1.135 | 1.218 | 1.333 | 1.429 | 1.606 | 1.804 |

如C.V.＝026.　C.S.＝0

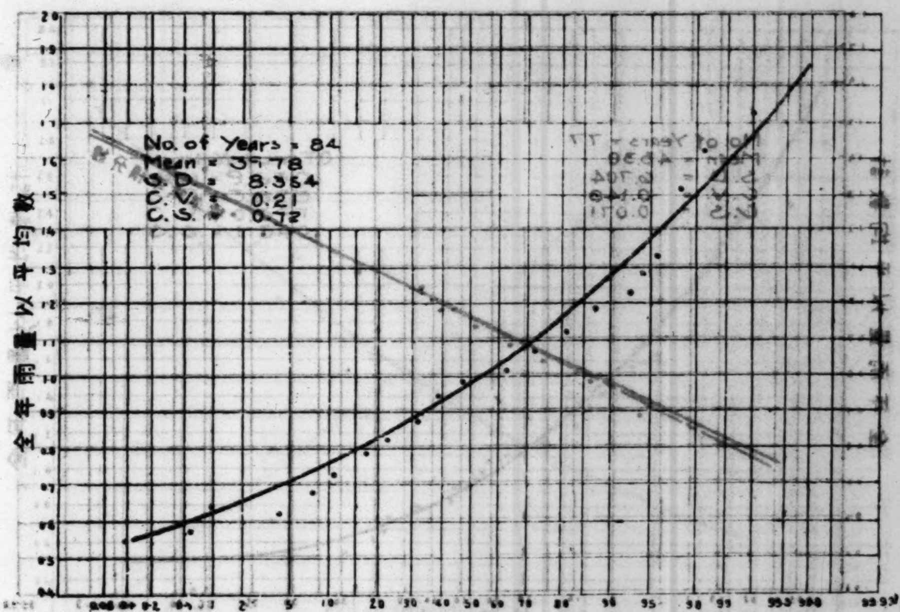
| 時間以百分計 | 0.1 | 1 | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 95 | 99 | 99.9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 以C.V.之計舛差從圖二十八 | −2.88 | −2.22 | −1.60 | −1.24 | −0.85 | −0.54 | −0.27 | −0.02 | +0.23 | +0.51 | +0.84 | +1.29 | +1.68 | +2.45 | +3.31 |
| 舛差如C.V.＝0.26 | −0.759 | −0.577 | −0.416 | −0.322 | −0.221 | −0.140 | −0.070 | −0.005 | +0.060 | +0.132 | +0.218 | +0.336 | +0.437 | +0.638 | +0.860 |
| 雨量以平均數計 | 0.244 | 0.423 | 0.584 | 0.678 | 0.779 | 0.850 | 0.930 | 1.005 | 1.060 | 1.132 | 1.219 | 1.336 | 1.437 | 1.638 | 1.880 |



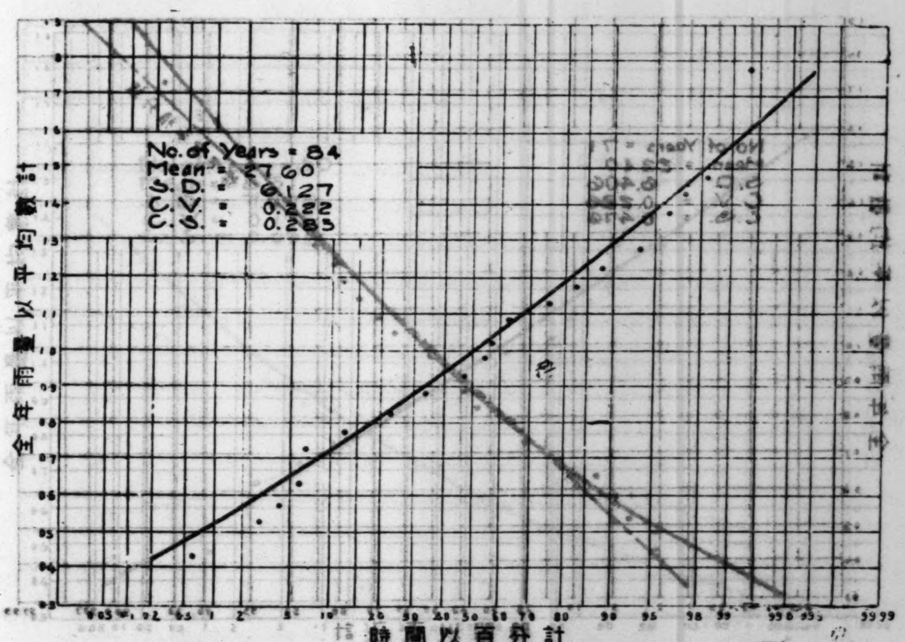

圖二十九 New Bedford雨量之常率積分線



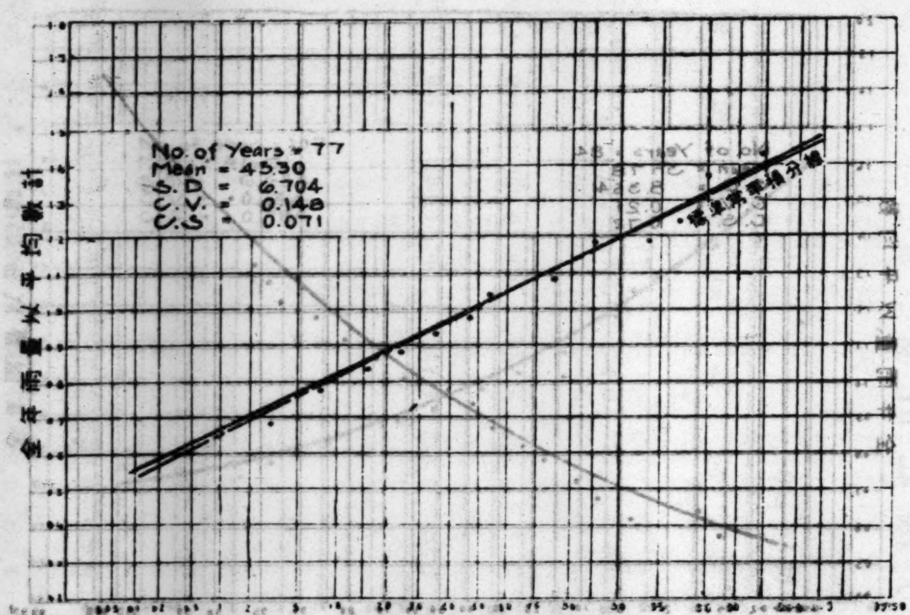

圖三十 Boston雨量之常率積分線



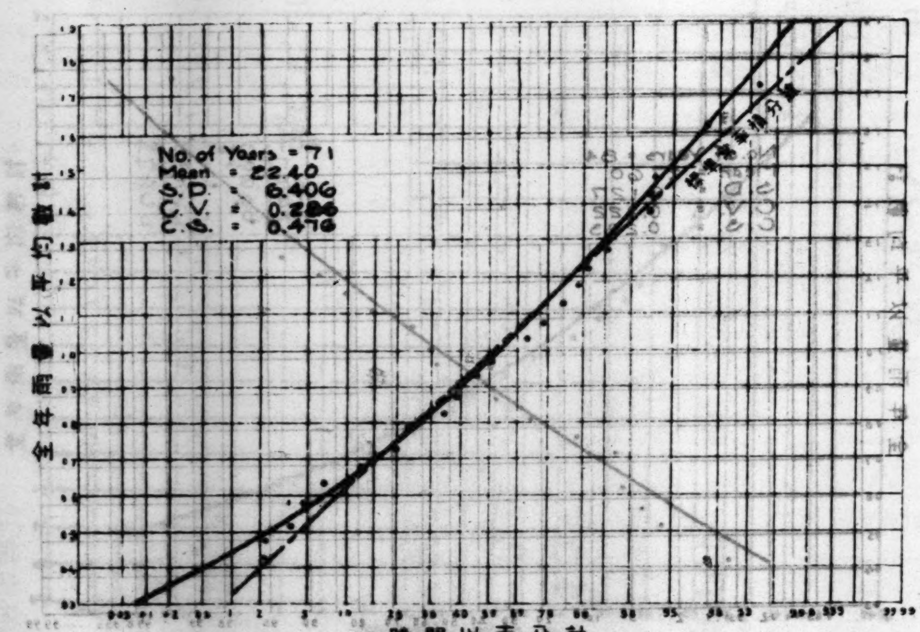

第二十一圖　St. Louis雨量之常率積分線



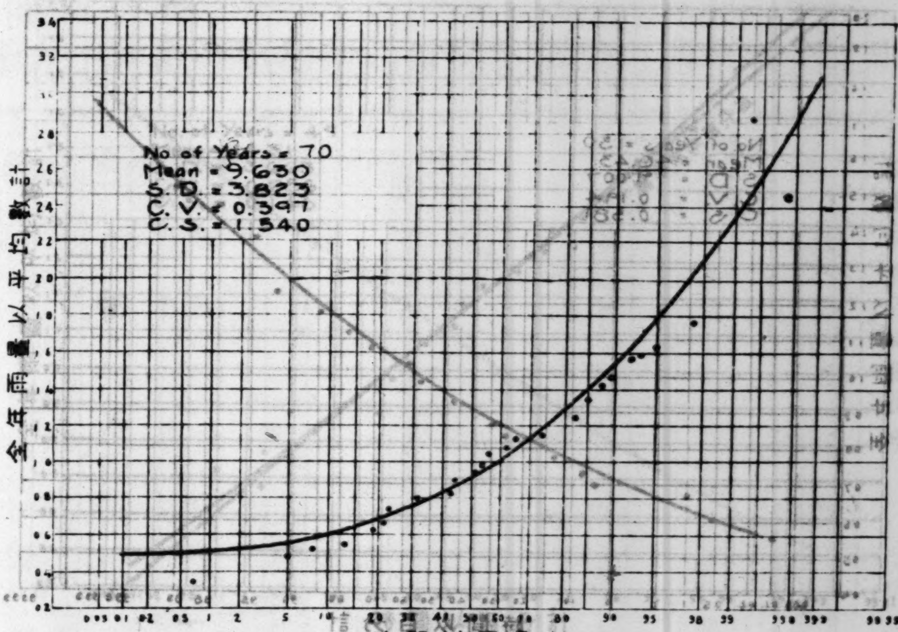

第二十三圖　St. Paul雨量之常率積分線



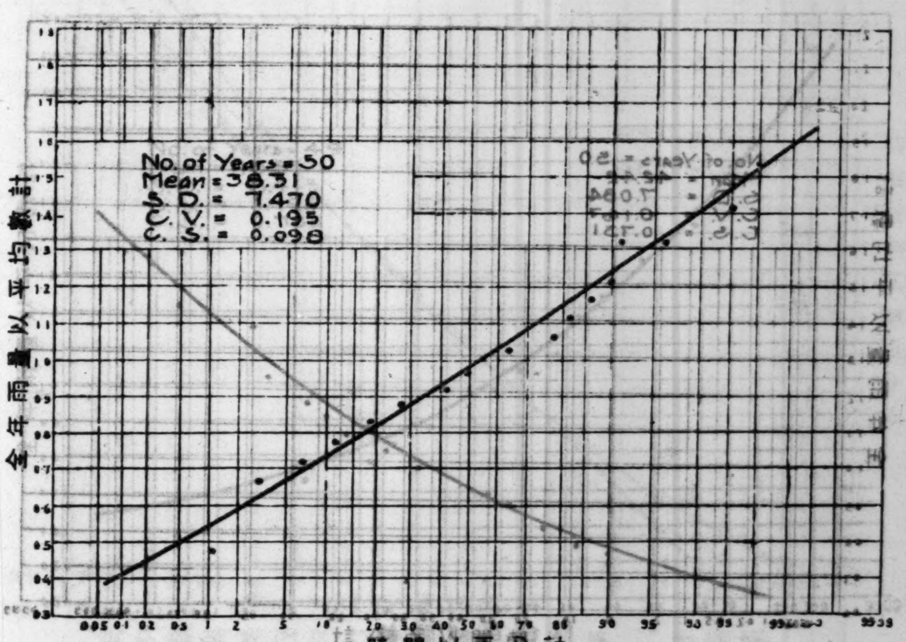

圖三十三 Providence雨量之常率積分線



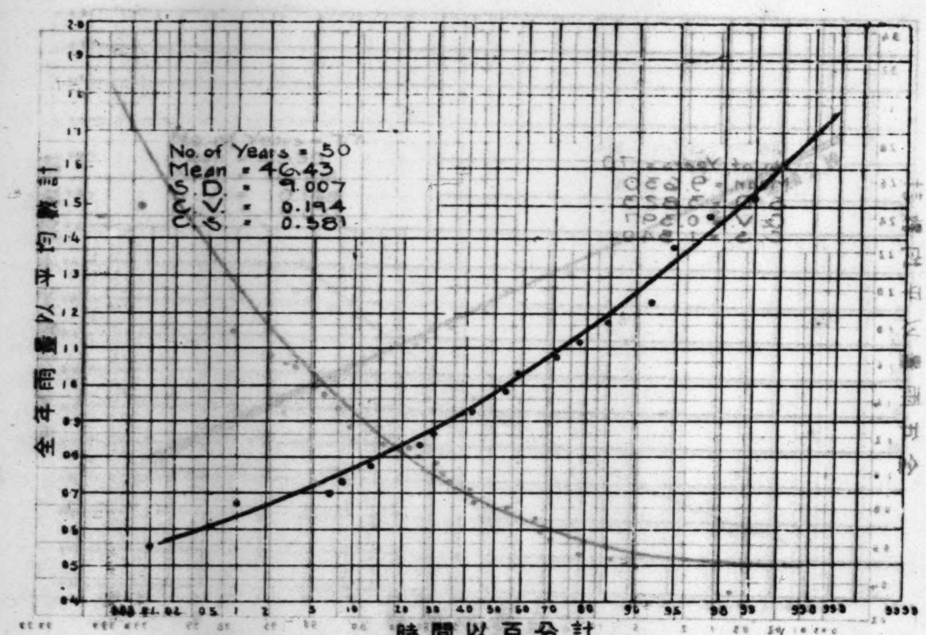

圖三十四 San Francisco雨量之常率積分線



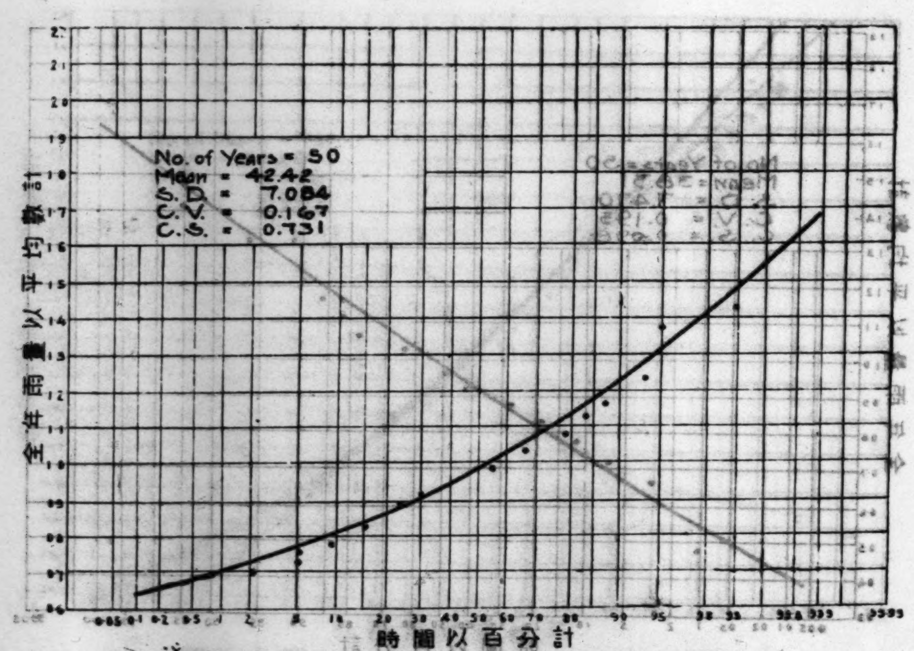

圖三十五 San Diego雨量之常率積分線



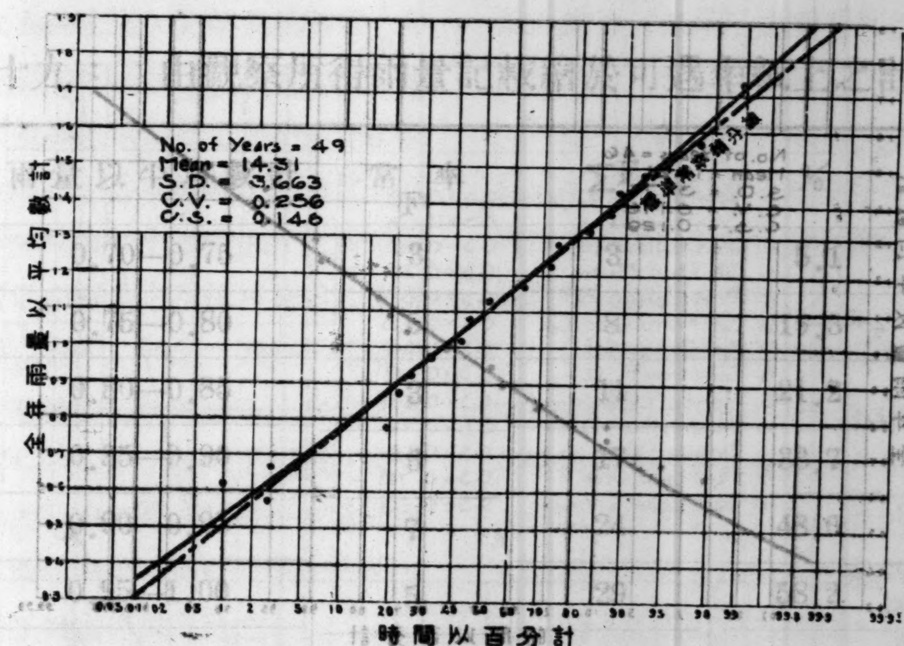

圖三十六 Cincinnati 雨量之常率積分線



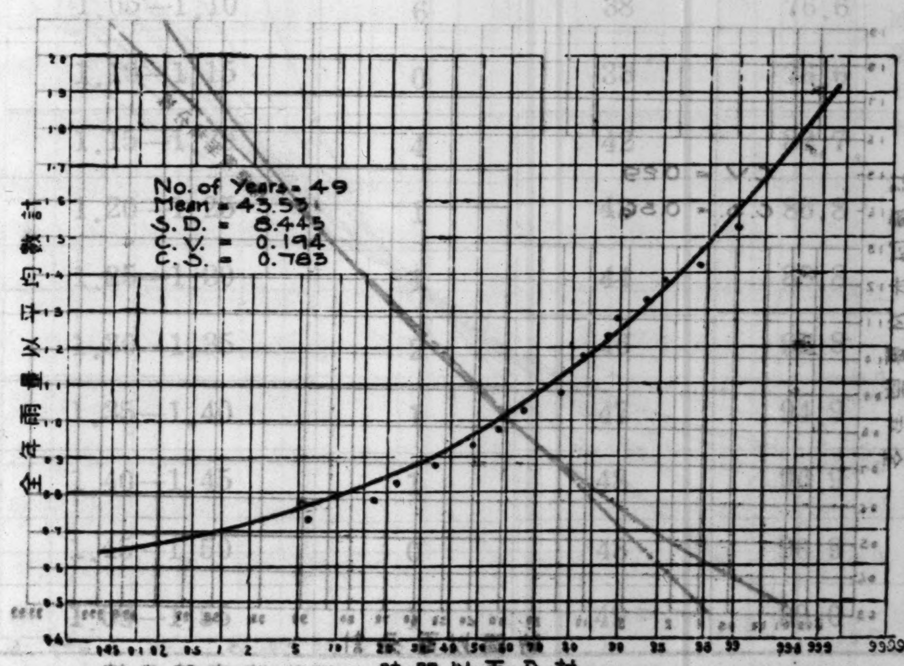

圖三十七 Norfolk雨量之常率積分線



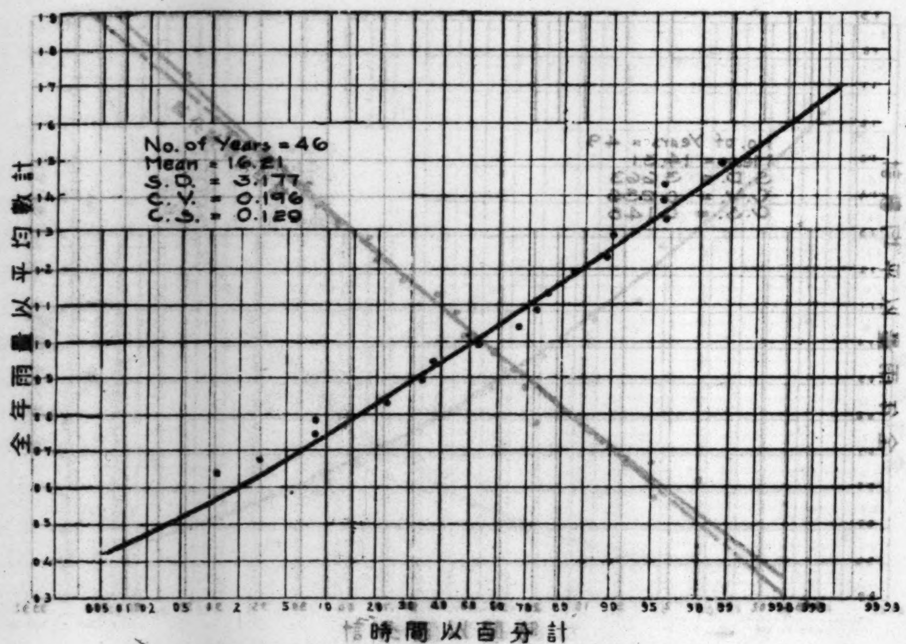

圖三十八 Washington雨量之常率積分線



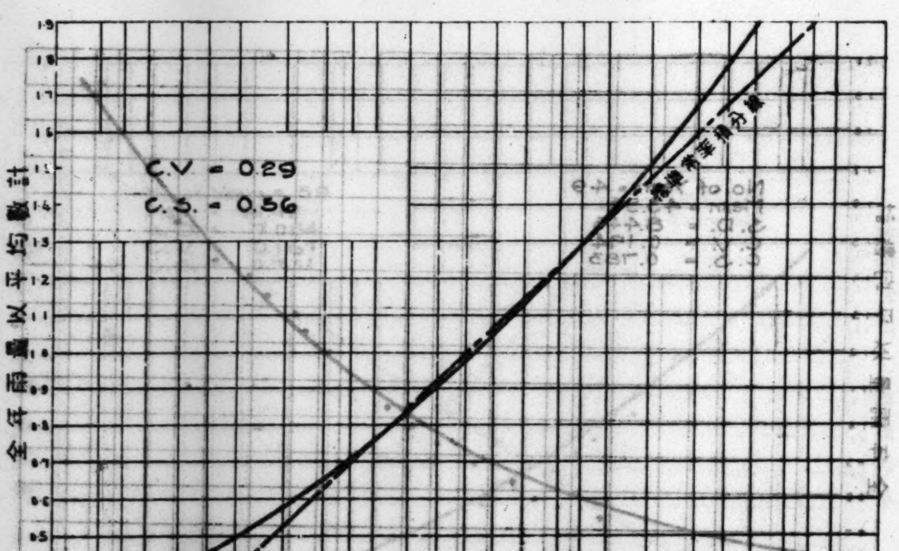

圖三十九 Denver雨量之常率積分線




圖四十 Portland雨量之常率積分線




圖四十一 Salt Lake City 雨量之常率積分線

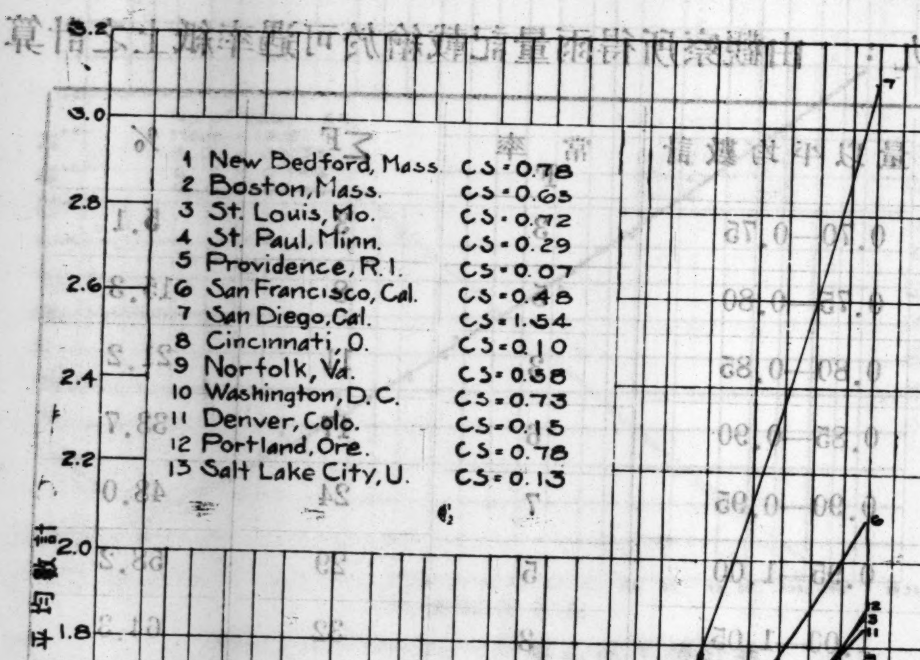



圖四十二 美國十三站雨量之平均常率積分線

(用 Weighted Mean C.V. & C.S.)

## 表十九：　由觀察所得雨量記載繪於可遇率紙上之計算

| 雨量以平均數計 | 常　率 F | ΣF | % |
|---|---|---|---|
| 0.70—0.75 | 3 | 3 | 5.1 |
| 0.75—0.80 | 5 | 8 | 15.3 |
| 0.80—0.85 | 3 | 11 | 21.2 |
| 0.85—0.90 | 6 | 17 | 33.7 |
| 0.90—0.95 | 7 | 24 | 48.0 |
| 0.95—1.00 | 5 | 29 | 58.2 |
| 1.00—1.05 | 3 | 32 | 64.3 |
| 1.05—1.10 | 6 | 38 | 76.6 |
| 1.10—1.15 | 0 | 38 | 76.6 |
| 1.15—1.20 | 4 | 42 | 82.7 |
| 1.20—1.25 | 1 | 43 | 86.8 |
| 1.25—1.30 | 1 | 44 | 88.8 |
| 1.30—1.35 | 2 | 46 | 92.8 |
| 1.35—1.40 | 1 | 47 | 94.9 |
| 1.40—1.45 | 1 | 48 | 96.9 |
| 1.45—1.50 | 0 | 48 | 96.9 |
| 1.50—1.55 | 1 | 49 | 99.0 |




圖四十三　美國十三站雨量常率積分線

載可正確代表將來者。）即表示將來$\frac{1}{m}$年或可遇到之雨量。故圖中橫線可分爲m等分，每年雨量即按其數值之大小而繪於已分就百分距離線上並對縱線上相當之雨量值。例如 Portlnad 有四十九年之雨量記載，則在可遇率紙上之橫線可分爲49等分，每等分爲$\frac{1}{49}$或02．04％。觀察所獲最小之雨量值，即繪於1.01％線上，次大之雨量值，繪於3.03％線上，以下類推，直至最大雨量值，即繪於99.0％線上。故在可遇率紙上之橫線欲繪m雨量記載中之第n位數，可用下列方程式求得之：

$$P = \frac{2n-1}{2m}$$

P＝在可遇率紙上之相當百分數，

n＝雨量應繪之次序，

m＝雨量記載之總數。

爲便於繪圖起見，可將雨量分類而計算之，如表十九。圖四十上之黑點卽由是而得，他圖亦然。圖四十二由 weighted mean C. V. 與 C. S. 計算而得。圖四十三係將各站雨量常率積分線繪於一圖，以示其一般之趨勢。

從常率積分線上研究之結果

由圖二十九至圖四十三審愼觀察，則得下列之結果：

（1）C.S.愈大者其常率積分線愈曲。

（2）C.V.愈大者其常率積分線有成直線之趨勢（但C.V.大而C.S.仍大者，則不在此例。）

（3）Pearson 氏第三種常率積分線方程式，可用以計算美國各站之雨量記載；因理論上之曲線與由實在雨量觀察所繪之黑點均極相符合。

（4）各站雨量常率積分線，除 Providence 與 Cincinnati 二站幾成直線外，其餘俱向上灣曲具有同樣之特性。換言之，各站雨量記載，皆非依據舛差標準定律，決不能以最小二乘方法處理之。

（5）雨量紀錄之長短，均未影響及其常率積分線之形式。易言之，與 C.S.無關係。

（6）近各線之末端與由實際資料所繪之黑點俱相離甚遠。

（7）以 New Bedford 站雨量記載至107年之久，倘有極大之傾斜度，且實際觀察之點，亦離理論曲線之末端甚遠。

（8）各站雨量記載除 San Diego 外，其平均數均0集於50％之附近。且線之形狀，防有同樣之趨勢，如圖四十三。

（9）美國十三站之雨量記載，縱使用各站之 Weighted mean C.V. 與 C.S.，其常率積分線亦與標準常率積分線相差甚遠。（見圖四十二）意卽最小二乘方法不適用於美國雨量之研究也。

(10)在10%與90%之中，理論曲線與實際觀察之點幾全吻合。

常率積分線之應用

常率積分線在工程上之實用甚廣，茲從圖三十九舉例以說明之：

（1）雨量在平均數下83%，計有10%。換言之，雨量在平均數下83%者，其發見之時間平均為每十年一次。又雨量在此數之上者為$\frac{9}{10}$，或此種雨量平均每十年有九次。

（2）每年最常遇之雨量平均為平均數下96.7%，此卽與圖十五中最常數下之雨量相等，卽 96.7×46.21=44.6 英寸。

（3）如設計某項工程，而欲求其每五十年遇到一次之最大雨量，則從98%線上得 136 %平均數，或62.8英寸。證之實在雨量紀錄，在 107 年內，此種雨量，亦不過遇到二次。

（4）如設計某項工程，而欲使全年雨量僅在平均數之95%與 102 %中變更者，則從10%與 60% 線上而知可遇之機會為20%。

（5）小於平均數最常遇之雨量值為平均數之90%。

（6）大於平均數最常遇之雨量值為平均數之 108 %。

結論

傾斜常率線用之於雨量記載，較標準常率線為準切。常率積分線予吾人之資料較常率線為更多，並較常率線為有用，均可於篇中見之。故作者深信用傾斜常率線與其常率積分線於雨量之研究，實為世界所公認。

無論何種計劃，在未設計以前，工程家所最欲知者係正當之資料。旣有資料矣，須知利用之；旣能利用矣，須用普通觀察與正當決斷由研究結果中採取其最適宜於工程設計者，並非依法計算，得其結果，而遂可引以為用也。今之研究雨量，亦同此理，故在工程上對於利用資料果為重要，而解釋 Interpretatiou 研究所得之結果，尤為重要。譬如某處有數十年之流量紀錄，某年在同流域上築有自來水蓄水池，又某年在同流域上築有攔洪水庫，或栽林耕種，若將前後所蒐集此種之資料而研究之，並解釋流量之不充足，卽不合理。

用常率線研究所得之結果，在平均數附近雖無大差，而在線之兩端俱不甚準確。工程家對於一種計劃，不第須知平均雨量，且應知最大最小之雨量，此則在常率線上最難得到者，然在常率積分線上則可伸長而應用之，求其最大最小之值。常率積分線，優於常率線者在此，故工程界恆

樂用之。

雨量記載在常率線上呈傾斜形，早經古時工程界論及，如高爾 William Gore 氏之論雨量，(見 Minutes of procedings, Inst. C. E. Vol. CLXXXI 1910) 及陶木森 D. Haltou Thomson 氏之研究河流。(見 "Report of progress in Investigations of Riyers", Geographical Journal, December, 1910.) 本篇所述雨量紀載，可云亦可根據Gaussian氏舛差之定律，多少均有傾斜之表示，幸而均可以 Pearson 氏第三種常率積分線適合之。並能從圖二十八依不同之C. S. 計算百分線上以平均數計之舛差，省工不少。將來各站雨量紀載年數增多，平均數值變更。此次研究所得之結果，或與後日稍異，不過其量甚微而已。雖然，Pearson 氏第三種之常率線左端有限之數值，果可表明全年雨量不至為零，而右端數值為無限大，殊無此事。因雨量記載，無論數千萬年，斷無無限大之全年雨量也。

傾斜常率線在水利方面所得之資料，遇見最常，故多用為各項之研究。至標準常率線多不採用，即有之，亦僅用作比較而已。普通設計溝渠所用之短時間雨量率，二十四小時之最小雨量，及二日至八日大風暴時之總雨量，河中最大高水位等，無一非受傾斜之支配，而傾斜常率線為決定最大最小或是值之最適宜者。譬如苟能約知某河在若干年內最小之流量，雖不準確，亦足以決定可蓄之水量若干。若主要目的在灌溉農田，即應知缺水最長時期與所缺水量之可遇率，俾可決定灌溉農田可得之給水量。此類研究，傾斜常率積分線最為有用。

本篇研究各節，作者自知尚未透澈，望讀者盡量指正，實為至幸。篇中資料係民十七前作者在福州修濬閩江總局供職時，得自該局總工程師韋斯德君 J. R. West。研究方面，承其指教一切，至為銘感。至繪圖計算等事，承浙江省水利局諸同人，竭力襄助，尤為深謝。

# 黃河治本方案

河北省建設廳

引言

黃河歷來爲吾國之大患，揆其主因，沙實爲之導治方案。自古迄今，聚訟紛紜，莫衷一是。如賈讓王景之分水殺勢，潘季馴靳輔之束水攻沙，以及歷代史乘之記載，私家之著述，幾如汗牛充棟，撲朔迷離，言皆成理。民元以還，又復盛倡造林蓄水，放淤攻沙等提議。近又籌助經費，聘請外人作黃河導治試驗。如恩格斯及方修斯等最近在德所得之成績，是對於整治黃河，可謂殫精竭慮，不厭求詳。然據報載參加試驗之李賦都氏，對恩氏所得之結果，疑點仍多，則學理試驗，雙方仍未得根本治理之方，而河患日亟，豈可再有緩圖耶。竊以爲河流無百年不變之形，行水無一成不易之法，要在順應河流，自然之性，助其完成，攜沙洩水之功用而已。爰擬斯篇，敬請指正。

束溜攻沙分水放淤計畫

（1）工程設計（2）計畫原則（3）工程經驗（4）計畫利益

工程設計

（一）束水攻沙工程，計分二項。（甲）防坍護岸工程，係順應河流自然曲勢於兩岸，相當距離處，簽訂梅花樁二列，各以鉛絲繩若干盤結之。次於繩上橫豎編結較細鉛絲，繩以成繩網於網上，以柳把鋪結成排，（Fascine Motess）推置河中，上壓塊石，惟網之他端須高出水面，回繫其他樁上，以便河床淘墊，隨時掀護而免沖失。（乙）束溜透水工程，修築於溜於邊岸之柳排上，法於平鋪邊岸之柳排上，簽長樁二列，上下以鉛絲圍結之，中實柳枝，上壓塊石，其嚴密程度，以僅能透水，而不透溜爲止。形如柳堤，頂高應與最高水位等，以免水溜漫過。（二）分水放淤工程設計，係沿大堤修節制閘若干，座門限與平時洪水位等高，擇定臨堤放淤區域，圍

以圈埝。同時疏濬堤外河流故道，及其他溝渠以作洩水河，挑河之土用培洩水河堤，堤下築涵洞閘門若干，再將放淤區域圈埝與洩水河堤相銜接。

原則

低水位時，因有護岸工程，水行河槽溜向不變，迨至伏秋盛漲，溢出邊岸，又爲束溜、透水、工程所限，僅能透水，不能過溜，勢專沙刷，河床日益深固，透出之水，因勢緩沙停僅挾浮淤，若水位過高，大堤不能容納，或某處發生險工時，卽將節制閘一部，或全部開放，桀携浮淤之水放入放淤區內，俟沉澱相當時期，水已澄清，再將清水，由洩水堤之涵洞閘門流入洩水河內，導流入海，或其他河流。

經驗

由歷年所修之新式護堤避浪，及本年堵築匪掘口門，工程經驗所得，確知上述，束溜透水，及護岸工程，均簡而易行，功效甚偉。

利益

（1）固定河槽（2）刷深河床（3）免除水患（4）便利航運（5）淤高邊岸灘地（6）變瘠地爲腴田（7）洩水河，及其河堤，亦可便舟楫利交通，資灌溉，洩積潦，補他河水量缺乏，供居民良好飲料（8）堤外民田逐漸淤高，兼可鞏固堤防，便利取土。

束溜攻沙水放淤計畫之理論

（一）工程設施必順河流自然曲勢之理由。

每一河流，無論其成於自然，或人工，其流域之土質，既絕難一致，卽組織之疏密强弱，亦必難相同，故水行其中，河床被冲刷之程度，亦必隨地而互異，雖原爲直形者，終則漸就灣曲，且河之流行也，恆欲得水力之平衡，並欲以極小之努力，而達其功用之目的，所謂自然經濟是也，而證之學理，與實驗，雙方河行，灣曲之河床，恆較直形者，爲省方而易於平衡，故河行曲線，乃其天性，若必欲强之使直，何異防啼塞口，啼雖可止，而人亦不生，恩格斯及方修斯二氏之反對，費理門氏之用直形，河床及本計畫施工之必順，自然曲勢者無他，亦期不悖於自然之性而已，其灣曲之形，因受地心吸力，及離心方之影嚮，多屬改革式(Fanaition Type)惟各河灣曲之程度，雖各有其一定之限度，（過此足致淤澱，不及，則時虞淘刷）然因所關者，無非徒恃學理，所能決定，必兼視水利家，對河流，自然現象，有無嚴密之觀察，及判斷之能力而後可。

（二）束溜與束水攻沙之比較

世言河患者，不曰性曲善變，卽曰淤

澱靡常，蓋善變則河床不固靡常，則河床日高，因而洪水橫流，災害百出，導治之法，古今中外，多以束水攻沙爲聚議之焦點，可謂對症下藥，蓋水束，則槽固沙去，則水深，所謂以水治水是也。束水之方見，各不同，潘季馴之用，遙堤弗理門之修石壩方修斯之用，窄堤法，良意善言，皆成理，特恐進行之中，或實施之後，終不免於潰決耳，蓋水束則合，合則勢猛，猛則沙刷，然當其初束之時，水勢必怒，急逾常水位，必增漲甚速，束水工程脫非常堅固，格外高厚，恐難抵禦，而容納之，且黃河自河曲以下，流長數千里，若全部束之以深厚之石堤，其需款之大，費時之久，尤可驚人，報載恩氏計畫，完成期爲三十年，方氏半之，姑無論，非吾國財力之所許，卽使能之，則在此數十年工程進行期中，河流驟失常態，其爲患之大，而且久恐，亦非吾國人所能忍受，且該二氏之計畫，河之橫斷面，須能容納，普通每年之大水，因未言疏濬，想見沙未攻時束水堤間之容量，卽須如此，若是，則所築之堤，攻沙之效力，不無疑問，卽使能之，河床刷深而後，則初修時，原堤之寬廣，豈非過於靡費，揆之工程經濟，容有未當，綜上以觀，恐較潘氏遙堤過遠之失大且倍之，則所謂治黃問題，行將解決之說，恐尚言之過早，國人亦只有望梅止渴而已。竊以爲工程設計，無論治標治本，應以切實用，爲唯一前題，否則徒尙空談，恐河患永無消除之期矣。束溜攻沙係沿河作柳堤透水而不透溜，工程無頂衝冲毀之虞，水面無擁桓抬高之弊，絕不因工程進行驟失，河流常態而改，以往狀況，迨至新舊二堤間淤澱漸高，則柳堤透水之程度，亦日就減少，終至阻水而變爲實堤，河床深度，亦隨而日就增加，工輕易舉之，柳堤亦藉天然之力，逐漸堅實，分段施工，不足一年，當可全部告竣，且沿堤柳木繁殖，取材異常便利，卽購自民間需款，亦至微末費省，效大於工程經濟，當無不合。

(三)分水放淤之功用

黃河之水，旣不時奇漲，而沿堤民田，又鹽滷居多，爲策萬全，防患興利計，於束溜攻沙工程之外，應兼作分水放淤工程，蓋自柳堤透出之水，因溜緩少渟，僅存浮淤最適合於肥田之用，且遇水勢奇漲，大堤不能容納，時因分而勢減，可免漫溢之災，工程需費較之修繕全部大堤，所省實多，所差者，新舊堤間淤高河流，順軌之後無水，可分節制閘，亦隨而失效耳。

# 灌溉工程設定之要素

駱曾慶

年來我國受帝國主義之壓迫，民生凋敝，國勢頻危，科學救國，自爲急務，而灌溉事業，尤利於民生。總理實業計畫所謂：『必選最有利益之途』；又曰：『必應國民所最需要』，因草玆編，略述灌溉工程之初步設定，聊以自益，並質諸邦人君子，以篇幅所限，未能周詳，倘祈閱者諒之。

編者識

## (一)概說

灌溉工程約可分自流式與唧引式二種：自流式之水源，直接引自河道，或附近水流。藉重心作用，自流以溉田畝，唧引式之灌溉，係將河水或地下水，提升自相當高度，以溉各區之田畝，其區域之大小，可自各個小區以達數千畝。各個小區之灌溉方法，多利用井水；至大規模之灌溉區，則將河水唧引，流循岡陵之勢，成一高水渠，或求直線，或繞崗而行，以免穿鑿，是在臨時相擇，榦渠旣定，然後考慮支渠與分渠之路線，務使適合於經濟原理。唧流之水，得建瓴之勢，順流灌注，普及於支渠所區劃之段落。至唧引式之設備，可建造一總抽水站，或就各段落設分組抽水站，所需之水，卽由低渠唧入高渠。其分水系統，一如自流渠；惟其要點，務使全區之建築費與維持費，——包括抽水站與分渠等——之總值爲最小；而段落之數，與渠線所經之道，均須採用最經濟辦法。渠線須擇較坦之道，有時用混凝土襯護，以避免滲漏之損耗。

大部份灌溉方式，多採用自流式，利用天然河道分流，卽將河流水面提高，使所需之流量，偪經特設之水門，流入榦渠。通常之法，概橫流築滾水壩，卽所謂攔水堰；間有貯水以補助天然之河流，而於貯水壩之側，另挖分渠以資灌溉；又常於上游缺雨之區，就山峽形勢，築壩封口，

俾虛谷變爲巨澤，形成水庫，積無用之雨，作潤苗之霖，惟此種工程，需費特鉅，不易舉辦耳。

由河道分流至灌溉區之最高處，其經流渠線，卽所謂引水渠。引水渠之坡度，務小於河道之坡度。例如某河之坡度，每哩趨下一呎，其兩岸田地，高出河面一呎，而坡度相同，今新開之渠沿河而下，而其坡度爲每哩趨半呎，則自渠口下二哩處，渠水卽與地平，更由河床與渠床之高度差，可知引水渠所達之流量矣。

建築物之性質，與引水渠之價値，概視地形而定。設引水處較河道特高，卽河道所經之地，爲山岳區，或峽谷，則建築工事，必有相當困難，且工費甚鉅；山勢徒峭，不適於敞渠之開挖，則需於山坡之下，架槽或建築，混凝土圈牆，以分導河流；比經窪地，又須利用渡槽或虹管設備；如遇山嶺，則更須開鑿隧道，以資溝通，統籌工事之費，當佔全計畫最要部份。

如偪高河道水面，與上游各地及對岸無甚影響，則可建造攔水堰，使水流浮出於山谷，其所需引水渠線，自可較短，而工費大減，較爲經濟。

引水渠分流至灌溉區最高處後，接挖幹渠，經流高地帶，或沿該區之高界線，再由幹渠之各點，分渠導流，順地形而下降，其分流之處，㕚角不宜過小，過小則兩流相距不遠，幾近平行，渠工必費，然亦不宜作丁字交㕚而成正角，如成正角，則水勢不順，頗易侵蝕堤岸，故對於分流交㕚，須加以考慮。此種流系，如幹渠與分渠等，與河道之有支河，大致相同，所異者，卽幹渠與分渠，必開挖於脊原或高地，完全爲人力所造成，逈非水就濕下之通性耳。

排水渠亦爲灌溉系統應有之設備，藉以排出渠道過量之水，並匯洩地面水或滲漏之地下水，蓋可免灌溉區之積水與鹼化作用也。此項排水渠常利用天然河流或水道；或低窪之地；或人工開挖之渠道，用以補助或改進天然流域之現象。

(二)自流渠計畫各部之分析

自流渠計畫可分爲六大部，茲將各部所包括之建築物與計畫有關之類別，臚列於下，以淸眉目：

(一)田畝與農作物；

(二)給水來源與蓄水工事，及其他關於發展灌溉之工程；

(三)引水工程；包括(甲)攔水堰，洩水閘，魚梯與筏道；(乙)進水門或閘，以操縱流入引水渠之水；

(四)引水渠包括下列各項建築及其應用；

(甲)溢水道，餘水道，或洩水口，使排出過剩之水，以維持原河道；

(乙)刷沙門，或水門，以避免積沙，並冲刷河道沈泥；

(丙)隧道，圍渠，支牆，臺架渡槽，用以溝通渠流於崎嶇之境；

(丁)高架渡槽，上仰虹吸管，用以經流窪地，或穿過天然之河道；

(戊)涵洞，蓋槽，平交道，及其他等等，以橫穿水道；

(己)瀑道，湍道，或穿槽，以調整渠坡及流速；

(庚)公路與鐵路交叉；如橋與涵洞等。

(五)分水工程包括各項建築如下；

(甲)幹渠支渠與分渠；

(乙)幹渠支渠與分渠各交點所築之節制閘，藉以提升水面，或操縱流量，以供給需要之水量；

(丙)分渠與支渠之口門與分水箱；

(丁)引水渠所有之各項建築物，如渡槽，涵洞，瀑道，湍道，穿槽與公路交叉，惟其數較多；

(戊)量水箱或同類建築物，建於各分水站，以供給用戶與田畝；

(六)排水工程包括二種；

(甲)天然河流或水道；

(乙)人工排水渠。

(三)灌溉系統之性質

灌溉系統之性質，視引水渠沿岸之地形，灌溉田畝之形勢，與可能之給水及其水價而異。

設灌溉地面爲一廣平場所，位於坦域，其水源甚旺，引水渠短，而流沿整齊之山麓，則其工事，僅需土渠，所包括之建築物，槪屬平凡，大部爲節制閘，分渠口門，引水門，與公路鐵路交叉之橋梁或涵洞。

設地面崎嶇，且需較長引水渠，穿流於亂石山側，則引水渠之工費較鉅，而關聯之建築物，自必繁複。

設來水價昂，且地勢陡峭，爲適當計，或需賴混凝土渠道與管渠，此種地勢之灌溉，殊難得經濟之效，故利用甚鮮。

(四)設定計畫之初步研究

在灌溉計畫未決定之前，當事者須先考慮各種可能情形，並佐以精密之調查與測量，務使舉辦之方法及建築費，最爲經濟。勘測爲計畫佐徵，殆爲通例，其重要部份固須輔以水文測量及地形測量，同時更須注意研究土地；給水；農作物；普通物理質性；灌溉區之情形；每畝之負担；以及其他次要問題，均有相互關係，必須着意統籌，使無遺策。在中國灌溉事業幼

稚之時，尤須借鏡於歐美之成法，再事改進，以應所在地環境之所需，斯爲完善。

(五)土地與農作物

決定灌溉面積之方法，須先估計全區之土地面積，暨實灌地畝與總面積之比；又以灌溉地面，有時爲供水量所限，故須相當遞減，始可決定計畫所需之最大面積實數。

至灌溉地畝之形勢，不僅影響分水工程之建築，並關係擬定之灌溉畝數。陡坡之崎嶇地畝，建築工費增加，而灌溉方法每受限制；平坦地畝，渠道所需之流速較小，而斷面較大，則其最小之設備，與提升水面至充分高度，以灌溉田畝之方法，亦甚困難；故最良之地面，須平坦與具適當坡度，並絕少崎嶇與低窪者，普通坡在每哩十呎至二十五呎之間，最適於灌溉之用。

關於土壤（包括表層與下層而言）之性質，有待於化學成分與物理組織之研究。凡土壤必含有植物養料之化學原素，與有機物之腐植土，化學養料之易溶解於水中者，爲硝，硫，燐，鉀，鈣，鎂，鐵等原素，硝，硫，燐，爲蛋白質之成分，鉀爲造成炭化物之所需，鈣可消有害物質之毒，鎂與鐵均爲造成葉綠素之要素，皆植物生長之主要成分。至土壤最有價值之部份，厥爲腐植質，蓋由於腐爛之植物所成，其功用能使土壤輕鬆，而保持多量之水及空氣，又能供養無數之微生物，以完成各種之化解作用，使易爲植物根毛所吸收，通常深土層所含之化學養料特富，但常以無腐爛之植物，致腐植質絕少，或竟至缺乏。補救方法，可種適當植物，使之腐爛，以校正土質之缺點。土壤不論表層與下層，均不宜有鹼性之存在，但灌溉實施時，常易增劇鹼性，尤以低窪之地爲甚，其積鹼之原因，概由周圍之高地所釀成，不外渠道之滲透，與高地之過剩水量，是有賴於排水洩統之調節矣。

至土壤之物理組織，最佳者土層甚深；持水性甚强；且承以疏密層疊常留空隙之下壤。如表壤下三四呎，即爲不透水層或爲堅塊，殊不適於種植，尤以深根植物爲甚。淺壤下如爲石層必缺之養料，則需隨時灌溉，又如黏土，或緻密組織之土壤，吸收水量殊緩，亦不適於灌溉與耕種，每次灌水之後，旋即回復原質。通常以沙質肥土，最適於灌溉，且易耕植。

表壤與下壤之土質，可以種植物驗之。如適於紫蘇，仙人掌，苜蓿之生長，則其土層必深；並無鹼性，易於灌溉，以利種植。又如適於油木，鹽草，及其他鹼性

種子之生長，則其土壤必爲鹼質．故土質之測驗，亦爲開發荒地，從事灌溉之先河，至其化學成分，可取決於土樣之分析，通常方法，以探土鑽，採取所在地各種深度之土樣，平均約達表壤下四呎，養料主要原素之成分，膠質鹼性之判別，因化驗之結果，可以詳知，更可藉探驗之法，以決其物理組織，惟鑽探之深度，須達十呎左右。

(六)排水系統之重要性

土地排水問題，殊爲重要．多數計畫之實驗，欲使天然排水之適當，殆爲事實所不可能，例如低地之土壤，間具疏鬆性，承以礫石，其地中之水位，或遠低於地面，倘單行灌溉，則地中之水位，反因之增高，而地面之鹵質，且因之上昇．至高地之土壤，常有狠鬆情形，其吸水力較通常之深層滲透爲易，此種損耗與河道滲漏之損耗，亦能使地面水位昇高，如天然排水情形不良，則浸水與積鹼情形，亦將發現於各地．高地無上述情形時，又常因硬土層之阻隔滲水，使地中水位昇高，較近於地面，必賴人工排水以校正之．故灌溉系統之建築，必須有完美排水系統之設備。

(七)田畝之負担

種植物之性質，一視土壤，高度，與氣候情形而異，就其所在地四周種植情形，以爲推測，實爲有價值之判斷，至其每畝整辦之負担，關系於灌溉區將來之利益，亦須預爲考慮，約可分爲五種：

(一)地價之利息，此項地價，包括田畝，分水系統，土地之整理，以及各種改良與發展之價值而言；

(二)灌溉水量分配田畝之年值；

(三)種子，放水，及耘耕播種之價值；

(四)整理與設備折舊之值；

(五)地租與擔保。

(八)供水問題

雨量記載之研究，落水量之面積，與每月落水分佈之情形及其與農作物需水之關係，均爲供水之重要問題，而河水流量之研究，尤爲重要．最佳之參證，爲多年之水文記載．大抵供水量，多由蓄水設備．如缺乏長期之記載，則祇可約估以定之，故應加以考慮者，爲流域之情形與面積，落水量與流量，至流域與流量之關係，約包括七種要素：

(一)流域面積；

(二)地面性質——粗糙或滑澤，崎嶇或平坦；

(三)不毛或叢林；

(四)流域之高度；

(五)表壤與下壤之性質；

(六)氣候情形；如溫度，濕度，及風等；

(七)高地村落之盛衰，與用水量之變動。

關於落水量包括二種：

(一)落水量之分佈；

(二)落水量之性質與大小，如雨或雪，與暴雨或長雨等。

如有落水量與流域面積之根據，其流量卽可由假定係數，以資估計，此種估計，雖係槪數，但由水標或附近該流域之水標，在某定期間，以定流量係數，或可近似。此種估計方法，用於決定年流量，較季流量或月流量爲準。要之灌溉計畫，均不能棄流量記載而不顧也。

水之性質，必須試驗，以決定其含鹽量與含沙量，水之化學分析，於低水期更爲適當，因其所含鹽素百分率最高故也。

水之專用量與水權法限制之供水量，必須先事規定，雖在中國，水權法尙在試定期間，而勢必施行，故目前之實用量與將來之擴充用量，均須測定，不僅須知水量之用途，並須明瞭該區域內用水之性質：卽(一)水力，此種用途，或不致減少水之容量；(二)住戶日用與水權法，特許之私人灌溉等水量，直接影響於供水之總量；(三)高地灌溉之剩水，或利用水方之貯水，則能增加流量；(四)製造或開礦所用之水，則直接影響於水之性質。

勘測引水之地位，關係於各種用途，亦須預爲考慮，約可包括二種：(一)在下游，與上游之水權，有利權衝突，或在上游，有益於下游之水權；(二)貯水之節制需要，與引水點下游之貯水通流。至引水之時期，或斷或續，均須預爲處理。

無所專用之水流，其原有流量，則根據流量記載與沿河所有權。此流量與灌溉系統供水量相互之關係，卽爲第二步應行研究之問題矣。

灌溉系統之供水量，應注意所需之量與其時期。有時水量供不應求，有時供過於求，要之缺水時期，必謀所以供應之法，概可分爲三種：

(一)建造人工水庫，以資蓄流，所應注意者：(甲)水庫地位之鑽探與測量；(乙)壩址與基礎之研究；(丙)壩式之選擇，須適合基礎性質與當地建築材料；(丁)水流挾沙之影響；(戊)建築之便利問題等等；

(二)當水源甚旺之時，充分灌溉；

(三)當流量最大之時，從事廣漑，或冬季灌漑，厚貯水量於土壤，此種方法，必須土壤含水力甚強，且能持久，以應農

作物生長期之用；間有應用其他方法，喞取地下水，或溢放洪流於滲透性之土壤，使水流自山地匯流於谷地。

供水量之需要，更須研究，農作物與需水量，其淨水率基於農作物最適當之需水量，至總水率則需估計淨水率與該灌溉區經流之損耗。

供水量得自地下水者，在普通情形，大都考慮住戶日常用水，但有時爲補助地面水以供灌溉之用。地下水引取之方式，爲(一)在第一不透水層上之地帶；(二)在二不透水層之間，利用壓力或人工；(三)河床或天然水道之下層，一如潛流，大半爲灌溉過剩水量•開發之種類，約可分爲三種：(一)井，其深度一視喞水計畫所規定；(二)自流井；(三)地下之堆渠，或用潛塌，以分引潛流，喞水計畫所需之井，最爲通用•地下埋渠與潛塌，在喞引充分流量情形之下，不甚適用•有井之處，並可藉以覘地下水之情形•至鑽探工作，則適用於較大工程，如在地下水不足供日用之處，常利用渠水，惟渠水須不致斷絕，故須貯流於水櫃，以備萬一渠水乾涸之虞。

(九)普通物理性之觀察與灌溉系統之性質

計畫中支配物理性之方法，與各種特殊情形。關於決定灌溉系統之性質與價値等問題之普通勘測，均爲初步草估之必需步驟，其最顯著者，約可包括五種：(一)需要儲水時應研究儲水之可能性；(二)試定引水工程與引水渠線之大約性質與地位；(三)分水系統之幹渠與分渠之大約地位；(四)佔用田畝之面積及其地價；(五)建築之材料（混凝土或木材等）開挖渠道之類別，混凝土或其他特殊建築之應需，與物理性之困難等問題，而水庫攔水壩，口門與分水渠之價値，實佔總價之大部，均應分別詳估。

(十)系統之價値

灌溉系統之價値，如無建築物與渠道之最終計畫圖案，不能得精密之估計，玆爲決實工程實施之可能性，雖可據經驗，就上述之物理性作一草估，但計畫之精密估計，實有賴於初步試測線與勘測，而地形圖以及計畫之特性與困難，亦同時並重•至分水系統之估計，須知榦渠分渠之約略地位，長度，與寬狹，而建築物總値之初步估計，須先定土工與建築物價値之百分比，此種比例之規畫，又視建築物之材料與系統之性質而定。

工程之估計每失之過低，建築價値與地價，均須愼密考慮，將估計之數，約加百分之幾，以資安全，則視各個計畫而不

作物生長期之用；間有應用其他方法，如取地下水，或蓄放洪流[illegible]使水流自由地區流於各地。

供水量之需要，更須研究天然農作物與需水量，其淨水率基於農作物最適當之需水量，至總水率則需估計淨水率與該灌溉區輸流之損耗。

供水量得自地下水者，在普通情形，大部考慮住戶日常用水，但有時為補助地面水以供灌溉之用。地下水引取之方式，為(一)在第一不透水層上之地帶；(二)在二不透水層之間，利用壓力或人工；(三)河床或天然水道之下層，一如暗流，大半為灌溉過剩水量。開發之種類，約可分為三種：(一)井，其深度一視抽水計畫所規定；(二)自流井；(三)地下之推渠，或用暗溝，以分引暗流，抽水計畫所需之井，最為通用。地下提渠與暗溝，在抽引充分流量情形之下，不甚適用。行井之處，並可藉以說地下水之情形。至鑽探工作，則適用於較大工程，如在地下水不足供日用之處，當利用渠水，惟渠水須不致斷絕，故須貯流於水櫃，以備萬一渠水乾涸之需。

(九)普通物理性之觀察與灌溉系統之性質

計畫中支配物理性之方法，與各種特殊情形，[illegible]，均為初步草估之必需步驟，其最顯著者，約可包括五種：(一)需要儲水時應研究儲水之可能性；(二)試定引水工程與引水渠線之大約性質與地位；(三)分水系統之幹渠與分渠之大約地位；(四)佔用田畝之面積及其地價；(五)建築之材料（混凝土或木料等）開挖渠道之類別，混凝土或其他特殊建築之應需，與物理性之困難等問題，而水庫欄水壩，口門與分水渠之價值，實佔總價之大部，均應分別詳估。

(十)系統之價值

灌溉系統之價值，如無建築物與渠道之最終計畫圖案，不能得精密之估計，然為決實工程實施之可能性，雖可依照經驗，就上述之物理性作一草估，但計畫之精密估計，實有賴於初步試測線與勘測，而地形圖以及計畫之特性與困難，亦同時並重。至分水系統之估計，須知幹渠分渠之約略地位，長度，與寬狹，而建築物總值之初步估計，須先定土工與建築物價值之百分比，此種比例之規畫，又視建築物之材料與系統之性質而定。

工程之估計每失之過低，建築價值與地價，均須慎密考慮，將估計之數，約加百分之幾，以資安全，則無各個計畫而不

# 山東黃河沿岸虹吸淤田工程計劃

山東省建設廳

一、緒言

民國二十一年的秋天，本廳曾派李技士象震滑技士建山查勘山東黃河沿岸沙城地，報告結果，編有初步計劃調查表，附於末後，以便查閱，謹將計劃內容，分項說明於下：

二、淤田工程概要

黃河流到河南鄭州以下，因為地勢平坦，河槽變寬，水面坡度亦變小，河水流速自然大部分減少，所有從上游帶來的泥沙，就會不時的到處淤澱。兩邊的大堤，又因為防止漫溢潰決的緣故，一年一年的加高培厚，久而久之，就成了現在豫魯兩省地面以上的河道了。就以山東境內來說，洪水時期，黃河水位高於堤外低地在四公尺以上。最大流量約每秒鐘八〇〇〇立方公尺。這樣大的河流，居高臨下，誠然可畏，堤防稍有不慎，就免不了決口為患了。

黃河一經決口，便順着地勢四下漫溢，淹沒田舍，到處為災，最終尋到天然河道或天然水溝纔可順流入海。田地經洪水一過，固然有許多地方淤成好地，人民當然得到豐收的利益；然而離決口不遠正流經過的地方，泥水流去，純沙沉澱，就把先時肥美之地變成一片沙灘了。起初面積還不甚大，後因風吹沙起到處散布，年復一年，竟有如壓城荷家莊一帶把沙地面積擴大到六百四十方里。這是何等的可惜呢！同一沙地，因為沙的成分多寡不同，就有輕沙重沙和飛沙的分別。輕沙地每年還可種植紅豆花生一類的農產，每畝價洋約二十元。重沙地間或能耕種，但收獲是絕對靠不住的，每畝價洋約十元。飛沙地任何農作物亦不能生長，每畝僅值洋數元。不能生長的沙地，農民往往挖掘地壕，把沙層下面的好土翻到地面上，去耕種他。沙層薄的，費工還小，若是沙層在一公尺

半以上，不但是費工過大，且有沙崩埋人的危險。普通翻地工費每畝(六百方步)，攤洋二十至一百元不等。

黃河水面不但是洪水時期高於堤外高地，就是冬日低水位也比堤外低地爲高。所以沿大堤一帶的低地或決口後冲成的溜道，因爲滲透的緣故，地面上常常的潮濕。再較低的地方就免不了終年存水了。潮濕之地，經過長期的蒸發，土質就變成城性。地下水面距地皮遠近頗不一致，因而含城成分也有輕重之分。城輕的田地，產生豆麥之類，每年每畝收益四五元。城重的田地，每畝僅收二三元。至於卑濕地方，僅可產生蘆葦，收益極少。那常年存水連蘆葦也不生長的就完全無用了。城地面積亦不算小，如東阿，陳集城地，足有四百方里。人民對於城地有兩種辦法。

(一)翻城方法——就是耕種的時候犂深五六寸，把地面上的城翻在下面，地面下較好的土翻在上面，下上種籽就可生長莊稼。翻在下面的城，經過很長的時期纔可升到地面上。及至升到地上，莊稼已經收割了。

(二)刮城方法——就是把地面上的城刮去一層，推到田地的周圍或其他方便地方。再在新土上下種，也可以得到較好的收獲。

這兩種辦法，雖然刮城比翻城較爲好點，但是地下水面降不下去，城質仍是不斷的發生，究竟不是根本辦法。現在計畫在大堤上安設虹吸管子，把黃河泥水導入引水池，再經過渠道，就可灌到沙地或城地裏去。又於灌水區域之內挑挖排水溝，所有地上或地下無用的水都可由排水溝洩去。這樣，沙地城地都可得到相當的收獲。不幾年的功夫就可變成膏腴之地了。

(三)山東黃河流域水文情形

水文爲工程設計的根據，不可不詳加研究。所得到的水文資料限於華北水利委員會洛口水文紀載，青島測候所濟南氣候紀載，及齊河縣建設局黃河泥沙及水溫測驗結果。淤田工程最關重要的就是黃河水位。茲依洛口水位曲線圖將全年水位分成四個：(一)平均低水位，(二)平均中常水位，(三)平均洪水位，(四)平均中常高水位。就以規定的水位爲標準；將各項水文情形彙列一表如下：

## 第一表　水位，流量，泥沙量，雨量，蒸發及河水溫度

| 項別／水位別 | 大沽基點高度以公尺計 | 時期 | 日數 | 黃河平均流量以秒立方公尺計 | 黃河平均泥沙量容積百分數 | 雨量以公厘計 | 蒸發量以公厘計 | 每日蒸發量以公厘計 | 河水華氏表溫度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平均低水位 | 24.38 | 自十二月十一日起至一月二十五日止 | 42 | 330 | 0.23 | 33.2 | 110.5 | 2.4 | 41 |
| 平均中常水位 | 25.03 | 自一月二十六日起至七月十五日止 | 171 | 1000 | 0.47 | 239.0 | 1510.0 | 8.8 | 57 |
| 平均洪水位 | 26.83 | 自七月十六日起至九月三十日止 | 77 | 3500 | 1.76 | 424.0 | 508.0 | 6.6 | 73 |
| 平均中常高水位 | 25.43 | 自十月一日起至十二月十日止 | 71 | 1700 | 0.62 | 56.8 | 320.0 | 4.5 | 48 |

上表各項平均水位，係根據華北水利委員會民國八年至十八年記載規定。十年八月最高水位爲高於大沽基點二九·三八公尺。山東河務局水尺居上游約二里，以青島海平爲標準，同時該局記錄爲三一·四六公尺。洪水流量每秒鐘八〇〇〇立方公尺亦爲歷年最大之數。八年五月二三·六一公尺爲最低水位。流量亦最小，每秒鐘二〇〇立方公尺。雨量及蒸發量對於淤灌時期，水量，深度，次數等均甚密切。表中所列的數量，爲十八十九二年的平均數。河水溫度關係於虹吸管的能否出水，尤爲重要。因溫度增高，水汽壓力亦隨之加大。如管內水汽壓力，大於管的灣曲最高處水的壓力，就不會出水了。

淤田工程上最應當研究的就是黃河泥沙量。表中所列平均容積百分數，係自華北水利委員會民國八年至十年三年重量百分數算出。而最大的泥沙量爲十八年九月所記重量百分之六，八，合容量百分四，七六。又據齊河縣建設局在紅廟及縣城南壇測驗黃河泥沙報告，以紅廟二十年七月水面測驗之數容積百分之三·〇八爲最大。茲將該兩處二十年及二十一年測驗結果，取平均數列表於下：

## 第二表 齊河縣黃河泥沙量

紅廟

| 月別 / 水面下尺度 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 十 | 十一 | 十二 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 | 0.36 | 0.37 | 0.38 | 0.36 | 2.36 | 1.63 | 1.36 | 1.09 | 1.01 | 1.05 |
| 1.5 | 0.49 | 0.33 | 0.41 | 0.35 | 1.77 | 1.68 | 1.09 | 0.99 | 0.92 | 1.01 |
| 3.0 | 0.47 | 0.29 | 0.38 | 0.37 | 1.74 | 1.70 | 1.09 | 0.99 | 1.00 | 1.06 |
| 4.5 | 0.49 | 0.37 | 0.40 | 0.38 | 1.55 | 1.70 | 1.09 | 0.99 | 0.96 | 1.03 |
| 6.0 | 0.40 | 0.36 | 0.39 | 0.35 | 1.68 | 1.70 | 1.14 | 1.07 | 1.01 | 1.03 |

縣城南壇

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 | 0.43 | 0.33 | 0.39 | 0.33 | 1.46 | 1.65 | 0.87 | 0.91 | 0.92 | 0.96 |
| 1.5 | 0.42 | 0.38 | 0.41 | 0.36 | 1.65 | 1.61 | 1.02 | 1.04 | 1.03 | 1.01 |
| 3.0 | 0.43 | 0.31 | 0.40 | 0.37 | 1.88 | 1.68 | 1.00 | 0.99 | 0.93 | 1.01 |
| 4.5 | 0.42 | 0.34 | 0.39 | 0.36 | 1.68 | 1.66 | 1.07 | 1.04 | 0.96 | 0.98 |
| 6.0 | 0.41 | 0.32 | 0.41 | 0.35 | 1.76 | 1.71 | 1.10 | 0.96 | 0.99 | 1.04 |

查齊河測取泥沙地點，都在兩石壩中間有迴流之處。而且水的深度至少都在九尺以上。表中所列之數，有時水面泥沙多於水面下三尺處，有時水面下三尺處泥沙多於水面，沒有一定的標準。泥沙最大時期爲七八九三個月。水面下六尺處的泥沙，多大於其他任何地點。

風的速度和方向，關係於沙地渠道的設計和開挖極爲密切，有詳細研究之必要。查濟南風速，民國十七年至二十二年六年的記載。每年之中以四月平均風速每秒鐘四公尺爲最大。從一月起逐漸加大，六月起逐漸減少。平均最大風速每秒鐘一四•三公尺亦在四月。詳細情形，列於下表：

## 第二表　濟南風速

| 月別／日別 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 十 | 十一 | 十二 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平均風速（以秒公尺計） | 2.2 | 2.8 | 3.6 | 4.0 | 3.6 | 2.9 | 2.4 | 6.4 | 1.9 | 1.9 | 2.4 | 2.1 |
| 平均最大風速（以秒公尺計） | 10.8 | 10.8 | 12.0 | 14.3 | 13.0 | 10.8 | 10.7 | 8.3 | 8.3 | 8.7 | 8.7 | 8.5 |

在此五年之中特別最大的風速爲二十二年四月南南西風，每秒鐘二三•九公尺。濟南附近因爲南面千佛山的緣故，所有風的方向多半西南向東北或東北向西南。其他各處風的方向，恐怕不能和濟南一樣。不過風力的大小，總可知道了大概。

(四)虹吸管

普通一般人對於虹吸管，恐怕還有點懷疑，不妨在這裏略說幾句。虹吸原理極其簡單，就是把管子一端插入水位高的水內，一端放於水位低的水內或較低的地上，用抽空或灌水的方法，使管內大部分成爲眞空。這時候大氣壓力就會把水迫入管內，流於池內或地面。在黃河堤上用虹吸管引水，最爲相宜；其利有四：

(一)虹吸管可在大堤上安設，與閘門或涵洞不同。不用開堤就可引水。人民不會懷疑，起來反對的。

(二)虹吸管引水的一端，可用活接使管子上下移動。這樣，所取的水

爲近水面的泥水，不是純粹帶着沙子，不會把田地變成沙灘的。

(三)虹吸管構造簡單，價值低廉，而且不用動力就可引水，當然沒有燃料的損耗。

虹吸管內徑的規定，以製造經濟爲原則。茲擬設計十四，十八，二十一，二十六，三十，及三十八吋的六種。不足十四吋的虹吸管。水量有限，除作試驗以外，似乎不值得安設。三十八以上的，安裝及運用都比較困難。使用長久也容易發生毛病。若遇三十八吋虹吸管水量仍不足用時，可酌設兩組或兩組以上，似較妥善。

虹吸管的水頭，就是黃河水面和堤外引水池水面的差度。水位高水頭就大，水位低水頭就小。茲以歷城王家梨行一帶地勢來作標準。該處濇道附近，地勢較低。灌水○・三○五公尺(一呎)平均洪水位水頭爲二・八三公尺(九・三○呎)，平均高水位一・四九公尺(四・九○呎)，平均中常水位一・○九公尺(三・五七呎)，平均低水位○・三九公尺(一・二八呎)。

虹吸管的流量，用印度公式（看印度灌溉工程第二百四十七頁）計算：

1。 $V = 8.025\sqrt{\frac{hd}{(l+fo)d+4fl}}$

V ＝ 流速以秒呎計

h ＝ 水頭以呎計

d ＝ 水管直徑以呎計

f ＝ 0•5

f ＝ 阻力因數，用0•00332

l ＝ 水管長度以呎計

2。 $Q = A \times V$

Q ＝ 虹吸管流量以秒立方呎計

A ＝ 虹吸管橫斷面以平方呎計

茲假定管長爲五・一公尺(一七○呎)，灌水深一公寸半(六吋)，蒸發及滲透損失作爲百分之五十，用前邊規定各虹吸管的尺度及水頭算出灌田畝數，列入第四表9

# 第四表　各種量吸管水頭，流速

| 經數 | 水位 | 水頭 | | 流速 | | 流量 | | 損失50 每日 灌田 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 公尺 | 英呎 | 秒公尺 | 秒呎 | 秒立方公尺 | 秒立方呎 | |
| 38 | 平均洪水位 | 2.84 | 9.30 | 4.95 | 16.20 | 3.60 | 126.50 | 1, |
| | 平均中常高水位 | 1.49 | 4.90 | 3.60 | 11.80 | 2.60 | 92.00 | 1, |
| | 平均中常水位 | 1.09 | 3.57 | 3.05 | 10.00 | 2.20 | 78.00 | 1, |
| | 平均低水位 | 0.39 | 1.28 | 1.85 | 6.00 | 1.32 | 46.80 | |
| 30 | 平均洪水位 | 2.84 | 9.30 | 4.72 | 15.50 | 2.08 | 73.50 | |
| | 平均中常高水位 | 1.49 | 4.90 | 3.42 | 11.20 | 1.56 | 55.00 | [illegible] |
| | 平均中常水位 | 1.09 | 3.57 | 2.94 | 9.65 | 1.33 | 47.20 | [illegible] |
| | 平均低水位 | 0.39 | 1.28 | 1.76 | 5.76 | 0.08 | 28.20 | 3 |
| 26 | 平均洪水位 | 2.84 | 9.30 | 4.57 | 15.00 | 1.56 | 55.00 | 7 |
| | 平均中常高水位 | 1.49 | 4.90 | 3.32 | 11.90 | 1.16 | 40.00 | 5 |
| | 平均中常水位 | 1.09 | 3.57 | 2.80 | 9.20 | 0.95 | 33.60 | 4 |
| | 平均低水位 | 0.39 | 1.28 | 1.70 | 5.60 | 0.58 | 20.40 | 3 |
| 1 | 平均洪水位 | 2.84 | 9.30 | 4.40 | 14.40 | 0.98 | 34.60 | 4 |
| | 平均中常高水位 | 1.49 | 4.90 | 3.17 | 10.40 | 0.71 | 25.00 | 3 |
| | 平均中常水位 | 1.09 | 3.57 | 2.70 | 8.90 | 0.57 | 21.40 | 2 |
| | 平均低水位 | 0.39 | 1.28 | 1.61 | 5.30 | 0.36 | 12.70 | 1 |
| 8 | 平均洪水位 | 2.84 | 9.30 | 4.20 | 13.80 | 0.69 | 24.30 | 3 |
| | 平均中常高水位 | 1.49 | 4.90 | 3.05 | 10.00 | 0.50 | 17.60 | 2 |
| | 平均中常水位 | 1.09 | 3.57 | 2.65 | 8.70 | 0.43 | 15.30 | 2 |
| | 平均低水位 | 0.39 | 1.28 | 1.57 | 5.15 | 0.25 | 9.05 | 1 |
| 4 | 平均洪水位 | 2.84 | 9.30 | 3.94 | 12.90 | 0.38 | 13.60 | 1 |
| | 平均中常高水位 | 1.49 | 4.90 | 2.84 | 9.30 | 0.28 | 9.80 | 1 |
| | 平均中常水位 | 1.09 | 3.57 | 2.44 | 8.00 | 0.24 | 8.40 | 1 |
| | 平均低水位 | 0.39 | 1.28 | 1.46 | 4.80 | 0.14 | 5.05 | [illegible] |

## 流速,流量,及灌田畝數

| 損失50%水深六吋每日(24小時)灌田畝數 | 各水位時期日數 | 各水位時期澆水一次灌田畝數 | 全年澆水一次灌田畝數 | 全年澆水六次灌田畝數 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,652 | 77 | 127,220 | | | |
| 1,190 | 71 | 84,500 | | | |
| 1,020 | 171 | 174,400 | | | |
| 610 | 46 | 28,000 | 414,100 | 69,016 | |
| 961 | 77 | 74,000 | | | |
| 720 | 71 | 51,000 | | | |
| 615 | 171 | 105,000 | | | |
| 366 | 46 | 16,600 | 246,600 | 41,100 | |
| 720 | 77 | 55,500 | | | |
| 525 | 71 | 37,300 | | | |
| 440 | 171 | 75,200 | | | |
| 314 | 46 | 14,400 | 182,400 | 30,400 | |
| 455 | 77 | 35,000 | | | |
| 336 | 71 | 23,800 | | | |
| 280 | 171 | 48,000 | | | |
| 166 | 46 | 7,600 | 114,400 | 19,066 | |
| 316 | 77 | 24,300 | | | |
| 230 | 71 | 16,300 | | | |
| 200 | 171 | 34,200 | | | |
| 118 | 46 | 5 400 | 80,200 | 13,366 | |
| 177 | 77 | 13,600 | | | |
| 128 | 71 | 9,100 | | | |
| 110 | 171 | 18,800 | | | |
| 66 | 46 | 3,000 | 44,500 | 7,416 | |

## 第四表 各種管渠流速，流量，及灌田畝數

| 管徑吋數 | 各水位 | 水深 公尺 | 水深 英尺 | 流速 每秒公尺 | 流速 每秒英尺 |
|---|---|---|---|---|---|
| 38 | 平均洪水位 | 2.84 | 9.30 | 4.95 | 16.20 |
| | 平均中常高水位 | 1.49 | 4.90 | 3.60 | 11.80 |
| | 平均中常水位 | 1.09 | 3.57 | 3.05 | 10.00 |
| | 平均低水位 | 0.39 | 1.28 | 1.85 | 6.00 |
| 30 | 平均洪水位 | 2.84 | 9.30 | 4.72 | 15.50 |
| | 平均中常高水位 | 1.49 | 4.90 | 3.42 | 11.20 |
| | 平均中常水位 | 1.09 | 3.57 | 2.94 | 9.65 |
| | 平均低水位 | 0.39 | 1.28 | 1.76 | 5.76 |
| 26 | 平均洪水位 | 2.84 | 9.30 | 4.57 | 15.00 |
| | 平均中常高水位 | 1.49 | 4.90 | 3.32 | 11.90 |
| | 平均中常水位 | 1.09 | 3.57 | 2.80 | 9.20 |
| | 平均低水位 | 0.39 | 1.28 | 1.70 | 5.60 |
| 21 | 平均洪水位 | 2.84 | 9.30 | 4.40 | 14.40 |
| | 平均中常高水位 | 1.49 | 4.90 | 3.17 | 10.40 |
| | 平均中常水位 | 1.09 | 3.57 | 2.70 | 8.90 |
| | 平均低水位 | 0.39 | 1.28 | 1.61 | 5.30 |
| 18 | 平均洪水位 | 2.84 | 9.30 | 4.20 | 13.80 |
| | 平均中常高水位 | 1.49 | 4.90 | 3.05 | 10.00 |
| | 平均中常水位 | 1.09 | 3.57 | 2.65 | 8.70 |
| | 平均低水位 | 0.39 | 1.28 | 1.57 | 5.15 |
| 14 | 平均洪水位 | 2.84 | 9.30 | 3.94 | 12.90 |
| | 平均中常高水位 | 1.49 | 4.90 | 2.84 | 9.30 |
| | 平均中常水位 | 1.09 | 3.57 | 2.44 | 8.00 |
| | 平均低水位 | 0.39 | 1.28 | 1.46 | 4.80 |

虹吸管的價值，隨尺度而異。假設管長一百八十呎，按前邊規定管徑，約略估計如第五表：

第五表　虹吸管之價值

| 管徑以吋計 | 每付價值以元計 |
|---|---|
| 38 | 16,000,00 |
| 30 | 12,000,00 |
| 26 | 10,000,00 |
| 21 | 6,000,00 |
| 18 | 4,000,00 |
| 14 | 3,000,00 |

本廳已經設計完畢的有二一•一八•一四吋虹吸管三種，附於末後，俾作參考。

選擇虹吸地點，應注意下列數項：

(一)接近沙鹹地以不開引河爲原則。

(二)直接吸水於不易改槽的河流。

(三)基礎要堅固，最好在石壩上。

(四)免避正衝大流的地方。

(五)免避容易淤墊的地方。

虹吸地點既經勘定，就在該地點測量大堤橫斷面。在這斷面圖上就可把管子的長度規定了虹吸管的設計，可分兩種：(一)抽水式(二)灌水式。

抽水式虹吸管，上下兩端都敞着口插入水內，用噴射器 (Ejector) 或真空唧筒 (Vacuum pump) 抽出管內的空氣。兩端的水都受着大氣壓力升入管內。若上端管內的水面超過灣曲最高處管底水平線，

水便開始溢流到下端管子裏，一部分水就從管子下端出來。此時管內的空氣愈少，流出的水量愈大。及至空氣抽凈，水流盡量的流出了就。

灌水式虹吸管，上下兩端都裝置水門。先將兩端的水門閉住，向管子最高處漏斗裏灌水。灌滿之後，關住漏斗通管的舌門，同時開管子兩端的水門，水就自然會本着虹吸作用從高處流到低處去。

這兩種設計，抽水式虹吸管較為簡單，因為兩端不設水門，僅附着喇叭管口，省却許多機械的裝置。但抽水設備是不可少的。如真空唧筒帶着柴油引擎，或噴射器帶着蒸汽鍋爐（Steamboilor），或氣壓機（Air compressor），都是很值錢的。又引水池內也須有蓄水設備。不但常常使水淹沒着下端管口，而且須有足量的水供給抽水到管子裏。灌水式虹吸管，兩端管口須裝置水門。但灌水時所用的水泵（pump）製造簡單，價值極廉。且引水池內也不必設備蓄水。這兩種設計，以設備上說，彼此互有長短。然以水頭損失言之，灌水式就遠不如抽水式了。所以工程規模小的，灌水式虹吸管尚可使用。工程規模大的，總以用抽水式虹吸管為合宜。

茲為說明虹吸管的機械部分，就把灌水式虹吸管，分為六項，說明如下：

(一)進水門——虹吸管吸水的末端，須裝置進水門。本廳設計擬取下列三種樣式：

(甲)喇叭口(Draft tube)式

(乙)截水門(Cate valve)式

(丙)蓮蓬頭(Foot valve)式

喇叭口式進水門喇叭口向下，用活動平蓋開閉管口。開門吸水時，河水從周圍水平進管口，河底沙子不易吸入。

截水門式進水門，就是普通水管上用的截水門，不過管頭上附一喇叭口罷了。管口宜向前安放，使門開時河水可水平進入喇叭管口。這樣也不容易吸入河底沙子。

蓮蓬頭式進水門，就是普通離心吸水機的蓮蓬頭。因為門係自動的開閉，所以口門非向下安放不可。入水過深，最容易把河底沙子吸入管內。但其構造簡單，在河深的地方也可使用。

(二)吸水管——就是插入河水吸水的那一部分管子。上端有活軸，裝置於支架座上。下端用鋼絲繩連於起重機，能上下移動。黃河內六尺深以下的水含泥沙較多。吸

水管能隨著水位升降吸取泥沙較少的水。

(三)活接——吸水管上端緊接的就是活接。普通用的有兩種：

(甲)球形活接(Clobe joint)

(乙)柔輭活接(Flexible joint)

球形活接多半用生鐵鑄的。三十吋以上的非有特別大的車床不容易鏇好。且周圍盤根 (Packing) 使用日久易於透氣。

柔輭活接有兩種。一種是用鋼絲簧與純橡皮做的。一種是用帆布橡膠和鋼絲簧做的。無論尺度大小，都不難製造。

(四)送水管——就是吸上來的水，接着送水到水池的一部分管子。這部分管子在大堤高處裝置，不可水平安放。因據河南花園口試驗結果，水平安放，不易上水。就是說水在管子裏經過最高灣處以後應當漸漸的順坡下去，纔可不至受空氣的影響。

(五)出水門——送水管的末端設有出水門。不必特別設計，用普通截水門，另附一喇叭管口就行了。

(六)空氣室——虹吸管灣曲最高處須設空氣室。其用途有二。(一)開虹吸管時閉住進出水門，將抽水機帆布管子插入空氣室的漏斗內灌水，灌滿之後，閉住舌門，再開進出水門，水就自然流出。(二)水在管內流行常常帶來一部分空氣。若不把空氣引到空氣室排去，漸漸的就會停止水流。

虹吸管的土木部分就是基礎管槽和涵洞。分別說明於下：

(一)虹吸管基礎——基礎最要緊的地方就是支架座。吸水管帶水的全重，都得支架座承荷。以二十一吋管子說承荷的重量就有。六千二百五十磅。所以支架座洋灰基礎之下，應再打木樁承受重量。不可靠着大堤的石塥。因為石塥下的石塊若再加壓力，保不住發生變動。起重機的基礎也須同樣的建立。至於送水管的基礎每節管子法蘭 (Flanpe) 之下安於洋灰座上就穩固了。

(二)管槽及涵洞——虹吸管經過堤上，可用磚砌管槽保護。汽車大車經過的地方須建設涵洞。

以上所述虹吸管的機械和土木部分大不過略敍其大概。所有各部詳細設計，另有專門報告，不再贅述。

(五)淤田方法

黃河的水被虹吸管引到堤外引水池後，自然是經過幹渠支渠纔能灌到田地裏去，但是用甚麼方法把沙地鹹地淤成肥美的農田，纔算得最經濟的辦法，不可不仔細研究一下。按普通淤田，是把田地分成若干正方或長方的畦子，周圍築上土堰，高一•三公尺，用含着泥沙的水灌到畦內，深約一公尺，俟泥沙沈澱以後，再把澄清的水導入排水溝洩去就是了。依洪水時黃河含泥量百分之一•六(以容量言)計算，每年灌淤兩次，有三四年可淤泥一公寸七八，就變成良田了。但是在現在的虹吸工程上，除少數重沙地方應用大的水量漫淤以外，其餘普通沙鹹地，還是用普通灌田的方法灌淤，似乎較為經濟。其原因有三：

(一)虹吸管內徑有限，流量不能很大，若灌水一公尺以上，就把虹吸管的水頭減低，因之流量減少。

(二)普通沙地祇要地內不缺乏水分，沙子就不會因風吹起，所種的莊稼自然沒有埋苗和露根的傷害。這樣就可得到相當的收獲。

(三)據地方人民經驗，鹹地上若落雨四寸以上就可把鹹質墜到莊稼根梢以下。若屢次落雨，那鹹質不會為害於莊稼的。

就拿二十一吋虹吸管來比方的說。每次灌水一公寸半，全年灌水兩次可灌田六萬八千畝。若是灌淤兩次每次灌水三呎，僅可淤田一萬一千三百畝。雖然灌水愈深淤成良田的時期愈短。但受益面積相差在六倍以上，可就太不經濟了。何況每年加灌泥水數次。年復一年，都可慢慢的淤成良田呢。

沙地鹹地雖然是同樣的灌水，但沙地灌水以維持地內水分為目的，鹹地灌水以壓下鹹質為原則。至於灌水時期，於未淤成良田以前，却不論甚麼合時不時，祇要黃河水位能把河水引到田地裏，就可用水灌淤。既經灌淤的田地，總然本年不能耕種，留到明年再種亦未嘗不可。因為…區愈擴大，淤田愈經濟，是定而不可易的道理。

在山東黃河沿岸，從來沒有利用河水施行過灌溉。所以灌田的方法，也有詳細述明的必要。在淤田工程裏除虹吸管以外，尚有引水池，量水門，渠道，圍堰，平田，水門和排水溝。分別述明如下。

(一)引水池及量水門——虹吸管出口的水，速度甚大。二•八三公尺(九•三呎)的水頭，在三十八吋虹吸管出口，有每秒鐘四•九四

公尺(一六・二呎)的流速。有這樣大的流速，不用說是沙土，就是堅硬的陶土也要冲成深坑。所以須設引水池，把水的速度逐漸的和緩的，減少到渠道裏水的速度，方爲合法。引水池的出口要夠大，務使水在池量坡度流出去。因爲口門窄小，出水不利，池內的水位勢必抬高，于裏順着渠道的水這樣不惟增加渠水速度，冲刷渠身，而且縮小水頭減少水量。

引水池內和虹吸管吸水處須各安設水尺以便隨時記錄水頭。渠道口上流速均勻的地方，應當建一量水門，用以記錄虹吸管的出水量。

(二)渠道——有了淤田區域的面積，就可用前邊虹吸管灌田畝數表規定虹吸管的尺度和組數。然後用最高水頭算出最大的流量。這最大的流量，就是設計幹渠根據的流量。再在地形圖上沿着地脊規定幹渠的線路。

淤田的渠道應當注意的就是泥沙問題。含泥沙的水在渠道裏經過，流速太大，保不住冲毀渠道。流速過小，泥沙便要沉澱。又在虹吸淤田工程裏，渠道坡度可直接影響於水頭，間接影響於水量。水渠坡度變陡，水頭縮小，水量因之變小。平緩的坡度固然可以增加水頭但同時可以減少水量的流速。最好先就地勢及流量假設一坡度及橫斷面，用下列二公式：

1. 苦托 (Kutter) 氏公式

$$V=\frac{23+\frac{1}{n}+\frac{0.00155}{S}}{1+\left(23+\frac{0.00155}{S}\right)\frac{n}{\sqrt{r}}}\sqrt{rS}$$

V = 速度 以秒呎計

n = 糙率

r = 水力半徑 以呎計

S = 坡度

2. 肯泥的 (Kennedy) 氏公式

$$V_c = 0.84D^{0.64}$$

$V_c$ = 臨界速度(Critcal velocity) 以秒呎計

D = 渠道水深以呎計

算得水的速度與臨界速度。若水的速度等於或大於臨界速度，據印度工師的經驗，泥沙就不至沉澱。坡度就可與橫斷面同時規定了。

據沙地的居民稱說：每年陰歷正月至四月底爲大風時期。沙重的地方，在這時期之中，沙土飛揚，迷漫空中，堆垣塡壑，動變地形。在這種情況之下，開挑的渠道，沒有不漸漸平的道理。爲免避塡渠的損失，我們有兩種辦法。

(甲)開挖短渠，建築圍堰。先淤近處，逐漸及遠。

(乙)在大風時期後開渠。渠道的路線以順着風的方向爲原則。渠道開挖完畢，接着就引水灌田。待第二年大風來到，渠道左右兩岸能灌到的田地，絕不會飛沙起來。總然有遠處的沙子飛來，也可以順着渠道飛去。

這樣，沙子爲害就無足輕重了。

沙地上的渠道，滲透損失甚大。在美國灌溉工程上或在渠內鑲洋灰一層，或地面上架設鐵皮水渠，或地面下埋設洋灰管子，都是防止沙地滲透損失的建築。但此種建築，費款甚巨，在中國的現在，是談不到的。如取土不遠，費工不大的地方，可於渠道接水之面，培一層好土，大大的可減少滲透損失。沒有好土亦不甚要緊。泥水流在沙渠裏，經過相當的時期。自然會把渠道淤成好渠。不過起初放水時損失較大罷了。

幹渠路線旣已決定，就可在左右兩岸順着地勢分開支渠。流量多寡按所灌的田地面積決定。兩支渠距離遠近，因土質堅鬆而定。以黃沙土說，至遠不可過四百公尺。

(三)圍堰及平田——灌田的方法甚多。然在黃河兩岸，大部分係黃沙土質。最好是用長方形圍堰方法。由支渠引入田地的水量，須有每秒鐘〇・一一三至〇・一七立方公尺(四至六立方呎)圍堰範圍的大小，全看土質如何纔可規定。普通長九一・五至三九六・〇〇公尺(三百至一千呎)。寬九・一五至三〇・五公尺（三十至一百呎）。堰高二三・八至三八・一公分(九至十五吋)。寬〇・九一五至三・三五公尺(三至十呎)。灌水時期不宜太久，應以二分鐘灌一畝爲限。田地於未灌水以前，應當整理平坦。不平的田地，高處或水不能到，淺處水分不足。深處灌水過多，滲透損失甚大。

(四)水門——水門擬設四種：幹渠中設閘門，支渠口設渠口門，支渠內設分水門，圍堰上設堰門。關閘門，開渠口門，幹渠的水就可流到支渠裏。再關分水門開堰門，就可把支渠的水引到田地裏。各水門另有詳細設計，暫不細說。

(五)排水溝——鹹地經灌水之後。所有地皮上面的鹹，可以順着受地心吸力下行的水，沈到地面以下。但是地下水面若不降低到相當程度，不久因毛管吸力和水分蒸發兩種作用，仍可把鹹質返回地面。沙地灌水，滲透較快。但地下水面如接近地皮，地質立即變成板硬狀態。據本地農民經驗，在此種狀態之下，任何莊稼都不生長。以此看來無論鹹地或沙地，地下排水，實爲不可少的工程。所以每一處淤田工程，須先覓得洩水河道或其他出路。然後就地形低下部分定排水幹溝的路線。各支溝以每距一五二公尺埋一道陶土管子爲適宜。幹溝深三公尺。陶土管子深二·四四公尺。如嫌陶土管子費錢，在圍堰下端開挖排水明溝亦可。排水溝流量，因灌田渠水量而異。以沙土地言之排水量約爲灌田水量之半數。如係陶土，五分之一就行了。

(六)淤田工程建設費之估計

在淤田工程之內，所有引水渠，排水溝，平田，圍堰及水門等工程，都可歸人民自行辦理，其餘各項工程如虹吸管，吸水機，引水池，閘門，洩水門等，需款甚多，非另行籌辦不可。茲以齊河紅廟虹吸淤田工程爲標準，並將各項工程加以簡單說明及價值列表於下。

第六表　齊河紅廟虹吸淤田工程建設費

| 項數 | 名　稱 | 說　明 | 價　值<br>以元計 |
|---|---|---|---|
| 1 | 三十八吋虹吸管 | 兩組，各長一百八十呎，帶進出水門，活接，漏斗等 | 32,000.00 |
| 2 | 起　重　機 | 兩架，帶鋼絲繩等 | 800.00 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | 吸水機 | 兩架，帶水管，舌門及柴油引擎 | 2,600.00 |
| 4 | 虹吸管基礎工程 | 木樁，洋灰座等 | 10,000.00 |
| 5 | 引水池 | 塊石池墻用洋灰砌池，底用三合土做成 | 6,000.00 |
| 6 | 量水門 | 用洋灰鑲河槽，長二十呎並立水尺 | 800.00 |
| 7 | 機器房 | 白鐵皮頂，磚墻房屋一所 | 1,000.00 |
| 8 | 閘門 | 六處，每處二千元 | 12,000.00 |
| 9 | 洩水門 | 門用塊石洋灰壘砌 | 5000.00 |
| 10 | 起門機 | 洩水門用 | 700.00 |
| 11 | 測量費 | 測量渠道排水溝路線等 | 300.00 |
| 12 | 運費 | 由濟南運至齊河 | 800.00 |
| 13 | 安裝費 | 在虹吸地點安裝一切機件 | 840.00 |
| 14 | 設備費 | 零用工具及器具 | 500.00 |
| 15 | 雜費 | 僱船，流速計等 | 600.00 |

總　計＝73,940.00

（七）進行辦法　安設虹吸管地點既經勘定以後，如款項有着，就可分工程和行政兩

方進而行：

(一)工程方面——工程上第一步工作就是測量。測量工作，雖一處有一處的特別情形，不能趨於一致。然而無論何處都有應當測量的數項如下：

(甲)大堤橫斷面，附近黃河各水位及堤外各地面的高度。

(乙)虹吸地點附近詳細地形，沙地或城地地形。

(丙)洩水幹溝路線及縱橫斷面。

(丁)洩水道路線及縱橫斷面。

(戊)各水門地點詳細地形。

(己)其他特別測量。

第二步爲設計工作，應辦的事項如下：

(甲)虹吸管設計。

(乙)引水池設計。

(丙)各水門設計。

(丁)引水幹支渠路線設計。

(戊)排水幹支溝路線設計。

(己)引水幹支渠各橫斷面設計。

(庚)排水幹支溝各橫斷面設計。

(辛)洩水閘各部設計。

(壬)其他特殊設計。

第三步的工作就是施工和督工。虹吸管，引水池，洩水門，和各水門的工程，最好是招商包工。開挖幹支渠，洩水溝，和築堰工程，最好是徵調民夫。無論包工或調夫，都得要工程師指導纔可以做得合法。施工的時候工程師將把工作地點，工作方法，按照設計圖樣一一指示明白。開工之後，工程師又須不時查驗。所做的工程究竟是否合法，建築的堅固不堅固，工作進行有無延誤情形，都是工程師應當負的責任。

(二)行政方面——每舉辦一項工程，先決問題，就是籌款。款由政府籌備，所有一切工程完全由政府辦理，叫做官辦工程。款由人民自己籌備所有一切工程完全由人民辦理，叫做民辦工程。但是現在所辦的淤田工程無論款項係人民籌辦或政府籌辦，全部工程兩方面都不容易單獨辦理。政府離了人民不成，人民離了政府也不成。比如安設虹吸管，引水池水門等工程，人民自己是不容易辦的，最好是歸政府辦理。但如挑渠，築堰，平田等土工，若由政府單獨辦理，不惟費款甚多，事實上亦有許多困難。所以一切土工都可以歸受益地主承辦。不過

須經政府加以指示罷了。據過去的經驗此種辦法結果都很好。這官民合辦的工程，既然款項的來源不同，行政上的組織當然不會一樣，茲按中央款，省款，縣款，民款四項，分別敍明辦法如下：

(甲)如中央政府籌款興辦黃河淤田工程，中央須與省政府合作辦理一切工程事項，方可獲得較高效率。因為開渠築堰徵調民夫，地方政府辦理去較為容易。如直接歸省政府辦理，則更簡易。其辦法和省政府自行籌款的一樣，詳下條。

(乙)如省政府籌備大宗款項與辦黃河淤田工程，建設廳將援照小淸河工程的例子，在廳內設立黃河淤田工程委員會，辦理一切測量設計及工務事項。所有開渠挑溝築堰等須用民夫的工程，建設廳將援照疏浚徒駭河辦法，令縣辦理，並同時委派工程師負責督工。

(丙)如縣政府用地方建設費辦理虹吸工程，所有測量設計可由建設廳派員承辦。但工程的建設總須歸縣政府負責辦理，開工之後建設廳再派工程師若干人常川駐在工地，專負指導之責。

(丁)如人民自已籌款舉辦引黃淤田的工事，可援照章邱縣例子，設立虹吸引黃淤田委員會。負建設該項工程之責。關於技術事項如需要協助，可以呈請建設廳委派工程師負責辦理。

此外如有人組織水利公司興辦黃河水利，必經的手續就是把工程設計先呈請建設廳准予備案，纔可以進行一切。必要的時候亦可請廳派員指導工程。

關於開挖溝渠所佔用的民地，將由縣政府依照設計的規定尺度算出畝數，公道付價。或依照定章辦理。被佔地主不會蒙無謂的損失的。灌水先後最容易鬧起爭端。縣政府將按照設計地段頭數依次灌溉，週而復始，並釐訂用水規條以資遵守。收取水費，一處有一處特別情形，不能一致。每畝應收若干，臨時由縣政府或委員會斟酌

情形再爲規定。

上邊所說各項工程和行政的事項，都是淤田工程所不可少的手續，兩方面須要同舟共濟，相輔而行，纔可達到成功的目的。

（七）結論

總之山東黃河左右兩岸，除極少山地外，其餘都是地勢平緩的農田。而且川高田下，引水極其便利。河北面有徒駭河，已於上年疏浚；河南面有小清河，地勢較平原低下，都是天然的洩水河道。有這樣大的水源，又有偌大的灌溉區域，要是不引水灌田，坐失其利，可就太可惜了！也就太迂闊了！建設廳有鑒於此，擬有黃河沿岸十萬頃水田計劃，若能按照計劃實現出來，山東黃河兩岸每年水利收入可達一萬萬元。又十萬頃水田約需水每秒鐘五百七十立方公尺。民國八年至十一年平均最大洪水量每秒鐘五千八百立方公尺。就是說該項計劃成功之後可減少洪水十分之一。這項計劃分三期辦理，第一期就是上邊所說的淤田工程，利用虹吸管改良沙城地是最經濟不過的事情。第二期利用虹吸管灌溉低田，增加農產。第三期安設吸水機灌溉高地。希望同人大家共同努力，先把淤田計劃完成，然後第二第三兩期就容易辦了。請大家細細想想，黃河兩岸到處都是引水灌田，水患可減，水利大興，豈不是一舉兩得麼？

# 中國水利工程學會第三屆年會大會紀錄

開會日期 民國二十二年十月十一日

開會地點 杭州浙江省水利局大禮堂

出席者 張含英 汪胡楨 齊　羣 許心武 胡步川 朱重光 曹瑞芝 陳德銘
徐世大 李書田 陳懋解 庾宗溎 孫輔世 黃　炎 宋希尙 丁雲翔
陳湛恩 朱延平 張自立 徐南騶 蔣滌泉 朱耀廷 劉晉穉 董開章
尹之任 曾　鴻 繆維宣 王文鈞 許起鵬 周鎮倫 王鏡淸 林鏡瀛
何幼良

| | |
|---|---|
| 華北水利委員會 | 李秘書長書田代表 |
| 山東建設廳 | 曹技正瑞芝代表 |
| 浙江省建設廳 | 朱科長延平代表 |
| 河北省建設廳 | 朱延平代表 |
| 皖淮工程局 | 汪局長胡楨代表 |
| 模範灌溉管理局 | 孫局長輔世代表 |
| 太湖水利委員會 | 孫秘書長輔世代表 |
| 內政部 | 陳科長湛恩代表 |
| 交通部<br>揚子江水道整理委員會 | 宋處長希尙代表 |
| 北方大港籌備委員會 | 李主任委員書田代表 |
| 國立北洋工學院 | 李院長書田代表 |
| 黃河水利委員會 | 張秘書長含英<br>許處長心武　代表 |

浙江省水利局周科長鎭倫代表

主席　副會長李書田

記錄　汪胡楨　胡步川　董開章

(一)開會如儀

(二)主席致開會詞

略謂本會第一屆年會，在南京導淮委員會舉行，第二屆年會，在南京建設委員會舉行，固極一時之盛。而本屆年會在杭州舉行，到會人數比前更多，占全體會員四分之一，殊堪欣慰。本會會長以前月在開封開黃河水利委員會後，身體頗感不適，遄返西安養病，不克到會，昨曾寄到一電其文如下：

『杭州水利局長張自立兄轉李耕硯副會長及學會同人同鑒：國慶修禊，西湖生光，修學救國，吾會日昌。水工試驗第一設場，吾會事可後人，望急起以贊襄。李協叩』

李會長電文中對於水工試驗所一事，甚爲關懷，蓋此事體重大，需追切要，本人藉年會之機會，再貢獻一點意思。吾國以農業立國而改進農業之先決問題，在發振水利，夫人而知之矣。然以吾國河道之多，振興水利工作，異常艱鉅。國內水利工程人員，有二十年左右之經驗者，固屬不少。但較之歐美水利工程師，有四五十年之經驗者，則不啻霄壤之殊，以經驗較少之工程師去担負如此艱鉅之水利工作，其難可想而知。總理遺教昭示吾人，作事須能迎頭趕上，其意謂須加倍努力，然後可以應事功，換言之，即他人每日工作六小時，吾人須工作十二小時。吾人畢生工作，祇限於自二十歲至七歲之五十年中。若能加倍努力，則此五十年有用之光陰，可抵一百年矣。但無論如何努力，盲目從事，必致徒勞無功，非假他人之經驗爲自己之經驗不可。歐美先進諸國辦理工程經過許多失敗逐步改良，得到經驗不少。吾人在能取其成法，參考國內固有工程之經驗，痛下功夫，精詳研究，而後可以應現在水利工事上之需要。晚近數十年來歐洲大陸各國，對於水工試驗極爲注意，以模型試驗所得之結果，校正計畫所費甚省，收益實大。美國向無此種試驗，最近亦在其首都中央標準局設立規模宏大之水工試驗場，本人數年前出席東京萬國工業會議時，聞之於費里門氏曰：『世無一本萬利之事，有之，其惟水工試驗乎。』意即用水工試驗可省工費千程議倍萬倍也。故吾人

爲此迎頭趕上之工作，一面應加倍努力。用他人之經驗爲自已之經驗。一面應提倡模型試驗，以應現時水利工程上之需要，庶乎有濟。再吾國數千年來之河工塘工所得各種經驗，亦至可貴。吾人於採用新法時，仍須兼用舊法，故舊河工名詞之整理與舊式工程模型之採集，本會亦應予以注意也。又本會機關會員及會員能在此國難期中，逐漸增加，月刊亦能照常出版，皆由總幹事及辦事諸同仁努力所得之結果。鄙人代表本會於年會開幕時附致謝意。

(三)各機關代表報告

1.內政部代表陳科長湛恩

本部主管水利行政有『水利行政之過去與將來』一文，請諸君參考統一全國水政一案。原主張於中央設水利總局，於各水利區設專局，採工程司制，提經全國內政會議，討論結果，將原案修正爲中央設總局而各省暫不設專局，以收集中人才及節省經費之效。嗣由中政會法規整理委員會主張，將中央機關擴大，交行政院召集有關係各部，并聘請水利專家研究。最近本部與實業交通兩部會商時，實業部主張水力與灌溉應屬實業部範圍，交通部主張航運應屬交通部範圍。如照此辦理，水利行政將見四分五裂，內政部祇能過問各省河工及防災問題。故本席個人擬請大會討論水利三字之定義與範圍及水利主管機關，是否應包括技術與行政在內，再由本會加以討論，呈請行政院參考。

2.交通部及揚子江水道整理委員會代表宋處長希尙

去年年會在京開會，本人曾代表報告敝會工作，瞬忽一年，而事業很少進行，殊爲歉然。茲將此一年來之工作摘要言之：(甲)揚子江上游水電計劃，以前僅有理想而無實際上之考查。去年由建設委員會發起邀同敝會，并聘請專家合組測量隊。十一月中在宜昌重慶間實地察勘，於三星期內得到相當資料，作一計劃書。其較易開發之水力，在宜昌上游約可得三十二萬啓羅瓦特，約需工費三千萬元。惟長江自宜昌以上，尙未測量，決定舉行宜昌重慶間之測量，以此部分係深山峻嶺，不易施測，故利用飛機測量。當向航空署借用飛機，由參謀部航測隊借用人員，兩個月內將六百英里之地形測竣，測圖現由陸地測量總局，航空隊放製已完成十分之八，其比例尺爲二萬分一，將來可放大至一萬分一。其在發水電地點，并擬放大至五千分一。(乙)湖北金水計劃，本計劃簡單言之，即可以一百萬元之經費，得一百萬畝之田地。曾經三年之測量，未能實施，此次因全國經濟委員會之助，業已開工。二月

前本人曾至工次勘察，鑿山工程，因石質愈下愈劣，出於意料之外。故需用水泥補救。大略至明春時，洩水門可以完工。（丙）長江防汛工作，本年長江洪水發生之早，爲六十年來所未有，在五六日內水位升高至二十餘尺，爲揚子江最可紀念之一年。尋常漲水在八九月間，今年則在五六月，尋常漲水期二星期，今年僅五六日，其故因四川驟雨特大，叙府一處達一百八十五公厘之多，已超過尋常最大雨量一倍以上。本會會同各關係機關組織防汎委員會，從事搶險，未致成災，亦云幸矣。（丁）敝會新近工作爲宜昌漢口間，包括洞庭湖流域在內之飛機測量，現已着手籌劃，其成績如何，容俟明年年會報告。

3.建設委員會模範灌漑管理局及內政部太湖水利委員會代表孫輔世

太湖水利委員會因在國難期間，經濟困難，工作緊縮，本年七月後得蘇浙兩省建設廳之助，始漸恢復測量工作，分水文及精密水準兩種進行。工程方面僅局部疏後，工程略有進展。灌漑局工作在武錫區灌漑之田，有五萬畝與江廳山湖由本局辦理排水工程，有一萬餘畝。此二處擬擴充之爲大農場，以爲復興農村之提倡。

4.黃河水利委員會代表張含英

敝會成立，爲日無多，尙無工作可以報告，爰將本年黃河泛濫成災情形略爲報告，自本年八月十日，黃水忽然猛漲，比較過去漲水程度，尙未知確數。惟所得每秒鐘一萬四千立方公尺之流量，實爲空前新紀錄。當時水位陡增最高流量僅數天而退，亦爲銅瓦廂決口以來所僅見。其原因係上游大雨驟下，而氣溫忽高，積雪驟融之故。亦有謂地下水每隔數年大漲一次，或亦其成因之一。開封在八月十六日漲水退時，水面驟落一丈餘，時水標已折斷，故無確實紀載。然此種特別情形，甚可爲將治本計劃之參考。又蘭封等處決口，並非盡屬險工，故地面淤沙特廣。且在黃河方面船隻甚少，故當時救濟難民亦甚困難，况長河所經多平原無山嶺，被水難民更無從逃避，實爲浩刧。至治本工作，首重測量、本會測量隊，業已組織成立，由鄭州向上分兩岸進行。

5.山東省政府建設廳代表曹技正瑞芝

山東水利可分數端報告：（甲）黃河沿岸一萬七千頃沙灘地之灌漑，已有虹吸管淤田工程計劃一書，費省利倍以人民素畏黃水，多反對建閘故虹吸管實爲利器。本年擬辦十五處，自十四吋管徑至二十二吋管徑不等，均以地方建設經費辦理。（乙）小淸河航運之整理較黃河爲易。惟船閘計劃，工艱費巨，一時恐難辦到。現擬採用

碼頭計劃，利用起重機轉運兩河間之貨物，此河長度雖僅三四百里，而航運之利甚大。現已整理其上游，即修理濟南附近諸閘及整理泉源等工程。是尚有三大閘以工款支絀，未能動工。此外關係小清河與黃河者，有引黃濟清計劃，以款項無着，尚未興工。(丙)運河關係全國，欲整個整理，工程甚大。現對各埽工程，正加整理，戴村壩修理完竣，約費四萬餘元，其他各埽尚未動工。(丁)徒𩣺洙泗等河之疏浚，均係徵工辦理，建設廳僅爲測量監工，所費每處祇數千元，而濬出之土，多至六千九百萬方，約值壹千四百萬元

6.河北省政府建設廳代表朱延平

略謂工程報告，該省材料，尚未寄到，故略述河北境內黃河隄埝之沿革，黃河從前走南道時，以銅瓦廂轉灣處爲最危險，此險工延至數百年，直至咸豐五年，以無款搶修，因是決口。迨洪楊亂後，政府想及治河，李鴻章以蘇冀同屬國土，不忍以徐州爲黃河尾閭。且舊河槽業已淤高亦不適用，故仍由新河道。此新河道在河北省境內部分，就中原祇六十餘里，係由政府管理，因工事不力，決口不止數次。其民管一段，至民國四五年間，決口堵塞後，民力已困至極點，乃亦請政府管理。於是黃河南北岸，始有河務分局之設。自後以國內軍事頻仍，工款無着，購料之費尚不可得，照舊修補已感疲困，何能議及科學化之新工程。本人於民十九承乏河務局長，深知經費困難情形，即險要各工，亦且無法辦理。前時河堤尚高，決口尚少，數年以來，工事因循，更無力加高培厚，長堤日益低薄。今年決口，殆由斯故，此河北黃河之情形也。其他各河經費較有着落，故現狀亦較佳。

7.浙江省水利局代表周科長鎮倫

浙江水利以海塘爲最要，本年九月十八夜，海鹽附近大風與海潮同至，浪過塘頂，高至三十餘尺，房屋多爲毀壞，實爲數十年所未有。塘工雖微有坍損，幸未出險。其次爲𡏟工，計在閘口西興一帶所成之𡏟，已將南岸淤漲，有利交通。南沙北沙所築之𡏟，在防潮水之衝刷，正在進行中。閘口至三廊廟之江岸，則另有計劃，擬先造挑水𡏟至相當高度時，用挖泥機所挖之泥填築，約有二千多之畝地，其價足償𡏟工而有餘。又地方工程、如黃巖西江閘工程，爲蓄淡禦鹹排洪之用，本年六月完成，工費拾貳萬餘元，受益田地約拾餘萬畝。溫嶺新金淸閘工程，規模較大，明春當可完成，工欵約四十萬元受益田地約三十餘萬畝。諸暨白塔湖灌溉區域爲三萬五千畝，擬用機器排水，亦藉以利灌溉

。又修理海塘，以限於經費，祇可略爲修補，實非治本之計。現聞家堰外日刷日深多拋塊石，亦無濟於事。則研究治本之圖，刻不宛緩。本人以爲整理長江大河尙易、而錢塘江獨難。蓋海塘之出險在潮力風力及山洪三者之結合而成，均須知其究竟，方可爲根本之設計。且有潮汐之河流，其尾閭必漸大，現正辦理水道測量，希得較多資料，以爲實驗之張本。將來憑實際之結果、或可以較少之挑水壩，收較大之利益。

8.華北水利委員會代表李秘書長書田

敝本正在進行之工程有二，卽模範灌溉及滹沱河灌溉是：(甲)模範灌溉區係將五十頃不毛之地，劃爲灌溉試驗場，就中可成稻田者亦不少。因北方少雨，需水較多，用水之經濟方法，實爲最要。(乙)滹沱河灌溉，曾由敝會派人測量，因無欵停頓。現由河北省政府籌撥工費三十萬元辦理，第一期工程，約可溉田七萬餘畝，將來可增加至二十餘畝。又敝會與黃河水利委員會，北洋工學院，河北工業學院等四個團體合辦中國第一水利工試驗所，現有的欵八萬元擬擴大規模爲比較完美之組織，共約須二十萬元，希望本會各機關會員加入合作，則衆擎易舉矣。

(四)總幹事張自立報告

本屆報告，分爲四點如下：

(1)董事會開會情形　本會董事散處各處，開會頗爲不易，自去年年會迄今，開會共祇二次。一在去年年會閉會後之一日，一在昨日餘時，均採用通訊方法。共計五次董事會，通過之重要議案如下：

(甲)推定各委員會委員。

(乙)通過會針式樣。

(丙)通過耕硯獎勵絕着基金章程，幷推定基金保管委員會委員。

(丁)推定會員就內政部水利法草案簽注意見。

(戊)提議大會修改章程增加董事名額。

(己)決定年會地點及日期。

(庚)通過會員三十一人，仲會員五人。

(2)本會財務情形　自去年年會迄今，收支情形，詳見收支報告。本年各會員繳費，不甚踴躍，而本會月刊全恃會費維持現除基金外，能動用之欵不過三百餘元，望到會會員及各機關會員代表，盡力協助，以免影響會務。

(3)會員統計　去年年會時，本會計有機關會員二十四，會員一百一十七，仲會員十五。現在有機關會員二十八，會員一百四十七，仲會員七。會員中陳君炳乾

去世，仲會員之一部分已升為會員。

(4)月刊　本會月刊自在杭州發行後，已出版三卷五六期，四卷一二期，三四期五六期合刊各四本，又五卷一二三期各一本，共計七本。現在五卷四期已在編印中，自六卷起，擬請各會員分月担任主編，彙集文稿後送本人處編印，似此分工合作，可減少許多困難。並希望各會員多多供給文稿，因月刊為本會對外界之表現，無論如何困難，務須竭全力以維持之也。

附收支報告一份

## 中國水利工程學會二十一年十二月至二十二年九月底收支報告

甲、收入

一、入會費　機關會員　三五〇・〇〇

南京市工務局，北洋工學院，湖南大學，北方大港籌委會。

會員仲會員　一七五・〇〇

會員十六人，仲會員三人。

二、永久會費　一八〇・〇〇

李儀祉六十元，叢永文二十元。

三、常年會費　機關會員　一五五〇・〇〇

交通部三百元，(兩年)華北水委員二百元，(兩年)導淮委員會北洋工學院各一百五十元，共三百元，山東建設廳，浙江水利局，模範灌溉局，河北建設廳，閩江工程局，整理海河委員會，揚子江水道整委會各一百元，共七百元，太湖水委會五十元。(半年)

會員仲會員　二八二・〇〇

四、其他收入（活期存款利息及定閱月刊等等）　三四・〇二

共收入　二五七一・〇二

乙、文出

一、出版費　二〇五一・二五

三卷五六期　三四三・二九元　四卷一二期　三七九・〇〇元

四卷三四期　三六四・四三元　四卷五六期　二一八・〇〇元

五卷一期　二七六・四一元　五卷二期　一二六・四九元

五卷三期　一九一・五八元　郵寄費　三二・〇五元

校閱人津貼　一二〇・〇〇元

二、總務費　二〇六・〇六

內汪董事代表本會出席涇惠渠落成典禮與旅費五〇元，定購美國雜誌三種一一三・八六元，其他雜支四二・二〇元。

共支出　二二五七・三一

收支相抵結存　三一三・七八

二十一年十一月底結存　四四〇九・六三

總計結存　四七二三・三四

內基金戶存四四二〇元，總幹事存賬三〇三・三四元。

(五)天津分會二十二年度會務報告（駱曾慶君寄來）

(1)總務與會程　天津分會經於去年十一月中，用通訊方法選舉本屆職員，本年一月五日，在明湖春聚餐，由李會員書田主席，報告選舉結果。彭濟羣君當選爲分會會長，徐世大君爲副會長，王華棠君爲總務幹事，陳揚君爲會程幹事，駱曾慶君爲會計幹事，負責進行會務。分會會員原有三十餘人，一年中因事離津，或因公外勤者不乏其人，開會日期不能規定，須視在津人數之多寡，故舉行次數不多，截止九月底，開會聚餐三次。八月二十七日以分會會長彭濟羣君行將赴法，特假國民飯店開會設宴歡送，席間由李君賦都報告黃河問題之研究。王會員華棠報告勘測黃河上游之結果，均有關於目前黃河之治理，新猷貫耳，合座歡暢，彭君離國後，所有分會長職務，即由徐世大君代理。茲屆本會在杭州開會之期，爰將分會務簡略報告。

(2)會計　本年度內除催繳分會會員二十二年度會費外，並請會員補納以前未繳之入會費及年度會費，隨時匯寄總會。截至九月底止，分會存洋十八元九角九分，其收支情形，詳收支報告。

附收支報告表一紙

## 中國水利工程學會天津分會

### 二十一年度收支報告

| 收入之部 元 | | 摘要 | 支出之部 元 | |
|---|---|---|---|---|
| 元 | 41 | (二十一年十一月三日至十二月底) | 元 | |
| $47 | 00 | 二十一日度存款 | | |
| 150 | 66 | 收北洋工學院機關會費 | | |
| 25 | | 收會員會費 | | 33 |
| | | 匯總會 | $193 | 90 |
| | | 支匯水 | 0 | 06 |
| | | 支郵票 | 1 | 00 |
| | | 餘存 | 27 | 84 |
| $253 | 07 | 共計 | $223 | 07 |

### 二十二年度收支報告
(一月一日起至九月底止)

| 收入之部 元 | | 摘要 | 支出之部 元 | |
|---|---|---|---|---|
| $27 | 84 | 收入二十一日度存款 | | |
| 144 | 00 | 收入會費 | | |
| | | 支開會聚餐 | $51 | 22 |
| | | 費支郵票及信紙信封 | 6 | 45 |
| | | 匯總會 | 94 | 66 |
| | | 匯水 | | 52 |
| | | 存款 | 18 | 99 |
| $171 | 94 | 共計 | $171 | 81 |

(六)討論提案

(1)主席提議請大會推定會員若干人，審查總辦事本屆收支報告案。

決議　交董事會辦理。

(2)董事會提議擬修改本會章程第五條，董事人數增加至十二人，任期三年，改每年選四人案。

決議　通過。

(3)陳會員湛恩提議，請確定水利範圍以利統一案。

決議　本會為學術上之研究，水利範圍應包括防洪排水灌溉水力水道給水汚渠港工八種工程在內，但為建議政府確定水利行政主管機關之職責起見，應採用如下之定義。

『水利為興利除患事業，凡利用水以生利者為興利事業，如灌溉航運及發展水力等工程，是凡防止水之為害者為除患事業，如排水防洪護岸等工程是。』

(4)陳會員湛恩提議請研究水利主管機關之性質，應否為完全技術機關，抑應兼有行政權案。

決議　水利主管機關為求實施工程之便利，應兼有行政權，

(5)山東建設廳提一統一全國水利機關案。

自民國以來，政府提倡水利，不遺餘力，鼓吹建設，屈指二十二載。論及水利事業之發展與人民直接間接所獲之利益，則有名無實成効極微。推其癥結所在，固由於政府經濟困難，力有未逮，而水利機關之複雜，諸事進行之掣肘，實亦一重大原因。前者李儀祉張自立李書田諸先生曾提倡統一全國水利機關，洵爲切要。惟中央政府以事實上不無困難，迄未加以改革，斯誠憾事。試觀近來成立黃河水利委員會，最初直隸國民政府既又轉隸行政院。又黃河堵口工程先歸黃委會承辦。既又改無黃河水災救濟委員會負責，事權不一，由歸災民，徒延時日而已。故統一水利機關，尙有再行提倡之必要。擬由本會呈請國民政府組織全國水利委員會，統轄黃河揚子江導淮等委員會及各省建設廳水利工程委員會。河流經過兩省以上者組織該河水利委員會，辦理該河水利工程事宜，河流在一省範圍內者由該省建設廳組織水利工程委員會，辦理該會所管各河流水利工程事宜，統轄於全國水利委員會、全國水利委員會直隸於國民政府。如是組織統一，事權分明，既無機關之牽掣，復收指臂之功效，庶幾全國水利可望有整個之規劃及建設，民國前途，實利賴之。是否有當，敬請公決！

決議　推陳會員湛恩許會員心武陳會員懋解張會員含英曹會員瑞芝研究方案，送董事會辦理，由張會員含英召集。

（6）山東建設廳提議設立中國工程書籍編譯館案。

查吾國各大學專門課本十之九應用外國文書籍，而本國文字成爲工程課本者甚屬寥寥，大學學生雖多半可讀外國文字，然以之作參考書則可，以之作正式課本則不惟有失國體，且有下列各項缺憾：

（一）外國文課本多係外國人原著，所有一切工程經驗不必適合於中國情形，各大學畢業生往往服務若干年後，始可致用。

（二）一部份大學學生因文字關係，不能將課程內容完全澈底了解，以致學問不克深造。

（三）同一讀閱工程書籍，漢文較外國文易於領會，如用漢文書籍事半功倍，稗益前途非淺。

（四）倘漢文工程書籍足用，學生不必費數年時間專習外國文字，即可研究工程學科。

（五）外國文書籍價值過昂，貧寒學子往往購置無力，因之敷衍或輟學者有之。

現吾國需用漢文工程課本之學校爲數

亦夥，如河南水利專門學校，山東建設廳工程人員訓練班，河北省立工學院，附設職業學校等，均以是項書籍缺乏，教授上極感困難，學生程度多受影響，實爲不可諱言之事實。故特提議由中國水利工學會發起聯合全國各工程學術團體，組織中國工程書籍編譯館，設館長一人，總理館內一切事務，分土木水利機械電氣等組，各組設主任一人，編譯員若干人，辦理各該組編譯事宜。所有館內一切費用，可呈請國民政府分撥庚欵一部，作爲基金以其利息，供給該館經常及刊印等費。如是各科編繹俱有專責，應用書籍，不難產出矣。是否可行，敬請

公决

決議　由本會聯合國內其他工程學術團體，函請教育部國立編譯館羅致工程人才，對工程書籍之編譯儘先辦理。

(7)徐會員南騶胡顧會員世楫許會員心武提議，擬請本會函請全國經濟委員會指定國立大學辦理水利工程專系，培養水利人才，推進水利建設案。

竊以吾國頻年災患迭見，農村破產，欲謀今後農業生產之增進與農村經濟之建設，非努積極振興水利不可，而因應此項需要，尤非急切造就水利工程人才不可。方今國立各大學設置水利工程學系，倘不多見，間有設置水利工程學程者，亦每感其人才不充實，課程不完備。至於設備一層，更形缺乏，不能爲深切之研究。在此種情況之下，欲求造就專才，努力水功以求適應來日之需要殆爲難能。茲擬請由本會函請全國經濟委員會在棉麥借欵項下劃撥欵項若干，指定一二國立大學辦理水利工程專系，務期人才設備以及課程組織均臻完備，方合需要。將來經費充裕，再行創辦水利專科大學，以宏造就。是否有當，敬祈

公决

決議　通過，請原提案人撰擬函稿。

(8)李會員書田提議，請建議內政部草擬河防法，并對於上級機關，不能及時撥發工欵與下級機關領到工欵後，防範不力，同應予以裁處一點，請注意案。

決議　通過。

(9)本會員書田提議，擬請本會籌設水利工程陳列館案。

決議　交董事會籌辦。

(10)李會員書田提議，請決定第四屆年會開會地點案。

決議　第一濟南，第二天津，第三西安，由董事會臨時確定。

(七)宣讀論文

(一)河治本標計劃大綱　　華北水利委員會

(二)全年雨量之常率線及常率積分線　　周鎮倫

(三)黃河治本方案　　河北省建設廳

(四)浙江水利工程計劃大綱　　浙江省水利局

(五)灌溉工程設定之需素　　駱會慶

(六)山東黃河沿岸虹吸淤田工程計劃　　山東省建設廳

(八)選舉

本屆選舉係由司選委員汪胡楨朱耀廷宋希尙三會員提出，加倍人數由，大會票選結果如下：

會　長　李儀祉　(連任)

副會長　李書田　(連任)

總幹事　張自立　(連任)

董　事　陳湛恩　張含英　許心武　徐世大

(九)下午六時散會

(一)河治本計劃大綱

(二)全年雨量之常率總及常率百分線

(三)黃河治本方案

(四)浙江水利工程計劃大綱

(五)灌溉工程設施之需要

(六)山東黃河治岸經收淤田工程計劃

(八)選舉

本屆選舉係由司選委員汪胡楨朱耀廷宋希尚三會員提出，加倍人數由大會票選結果如下：

會　長　李儀祉（連任）

華北水利委員會

周鎮倫

河北省建設廳

浙江省水利局

駱[illegible]慶

山東省建設廳

副會長　李書田（連任）

總幹事　張自立（連任）

董　事　陳湛恩　張含英　許心武

徐世大

(九)下午六時散會

# 水利 HYDRAULIC ENGINEERING

中國水利工程學會印行

PUBLISHED MONTHLY BY THE HYDRAULIC ENGINEEING SOCIETY OF CHINA

## 本刊定價表

| | |
|---|---|
| 定報處： | 杭州浙江省水利局轉交中國水利工程學會 |
| 零售 | 每冊二角合訂本每冊四角 |
| 預定 | 半年六冊連郵費一元二角 |
| | 全年十二冊連郵費二元四角 |
| | 國外全年起定連郵費三元六角 |

### 本刊廣告刊例

| 地位＼等次 | 特等（底封面之後面） | 優等（封面內面對及面） | 上等（畫圖前） | 普通（正文前後） |
|---|---|---|---|---|
| 全頁 | 四十元 | 二十四元 | 二十元 | 十六元 |
| 半頁 | | 十三元 | 十一元 | 九元 |

（一）特等廣告四色彩印由本會代爲繪圖不另取費
（二）除特等廣告外其餘均用白紙印月刊正文之本色
（三）如用色紙或其他彩印價目另議
（四）繪圖製版工價另議長期不更換者祇取一次費
（五）長期廣告取費從廉
（六）廣告費先收後登

### advertisement rates

| POSITION | Rate per insertion | |
|---|---|---|
| | FullPage | HalfPage |
| Outside Back Cover | $40.00Mex | — |
| Inside Front Cover | 24.00 „ | — |
| Opposite Inside F't Cover | 24.00 „ | 13.00 |
| Opposite Pictorial Page | 20.00 „ | 11.00 |
| Ordinary Position | 16.00 „ | 9.00 |

1. Long term insertions are sudject to the follcwing rates of discount.
   Full Year (12 insertions) 20%
   Half Year (6 insertions) 10%
2. For the outside back cover four colors are allowed with copies and blocks supplied free.
3. For qther positions only one color is allowed and blocks are charged according to current price.
4. Special quality of paper may be supplied with additional charges.
5. Payment shall be made before every insertion.